

U 66 / 575

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

РОССИЙСКАЯ СОЦИАЛИСТИЧЕСКАЯ ФЕДЕРАТИВНАЯ СОВЕТСКАЯ РЕСПУБЛИКА.

Народный Комиссариат по Просвещению.

ОТДЕЛ ЕДИНОЙ ТРУДОВОЙ ШКОЛЫ.

=====

U 66
575

Рамсей-Оствальд.

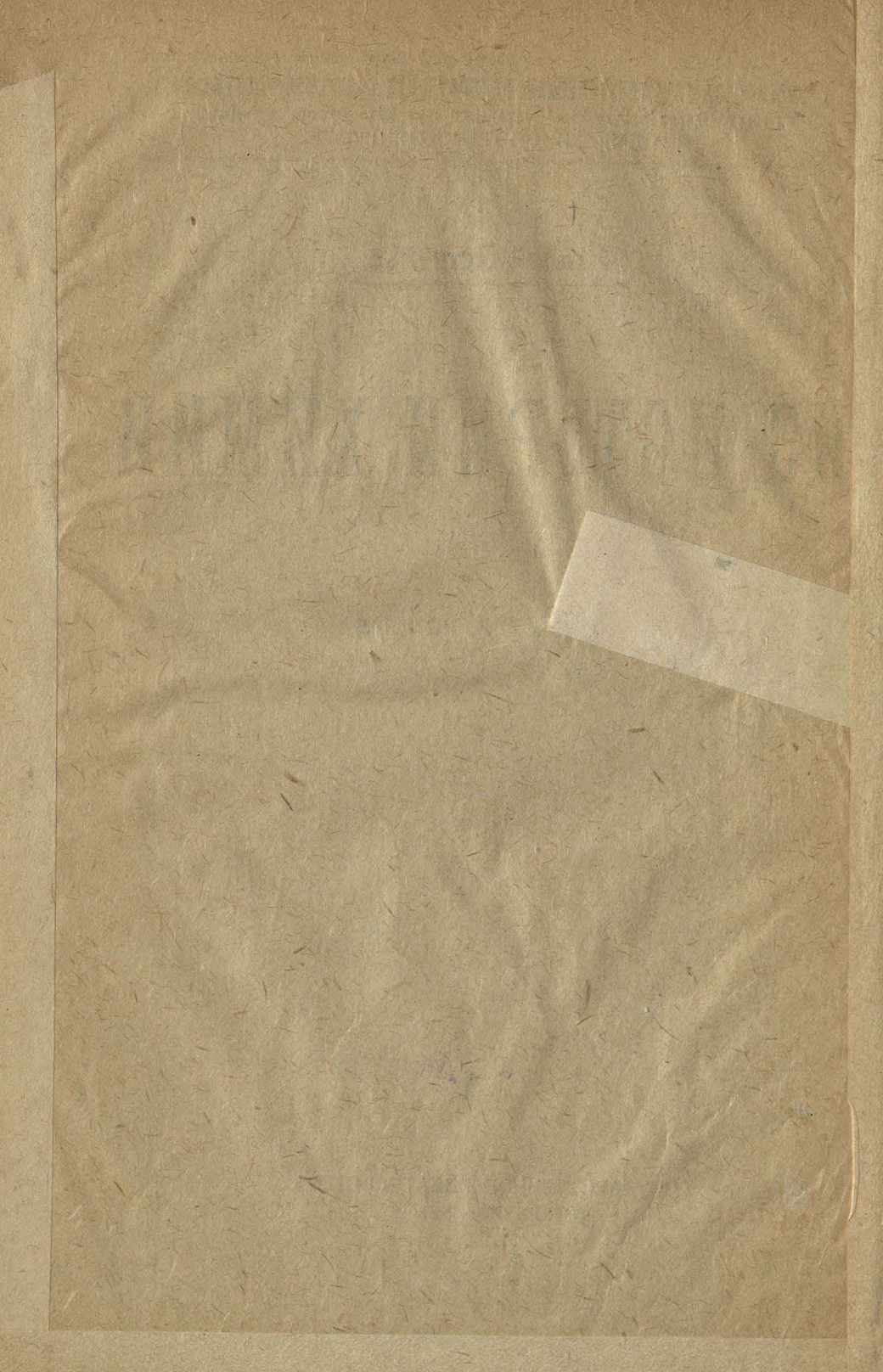
ИЗ ИСТОРИИ ХИМИИ

Перевод Г. Я. КОТЛЯРА.



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

ПЕТЕРБУРГ 1921 г.



У 66
575
Рамсей-Оствальд.

ИЗ ИСТОРИИ ХИМИИ.

Перевод Г. А. КОТЛЯРА.

ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ.



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПЕТЕРБУРГ 1920 г.



14988-43.

4-ая Государственная Типография. Фонтанка, 57.

Напечатано 20.000 экз. Р. В. Ц



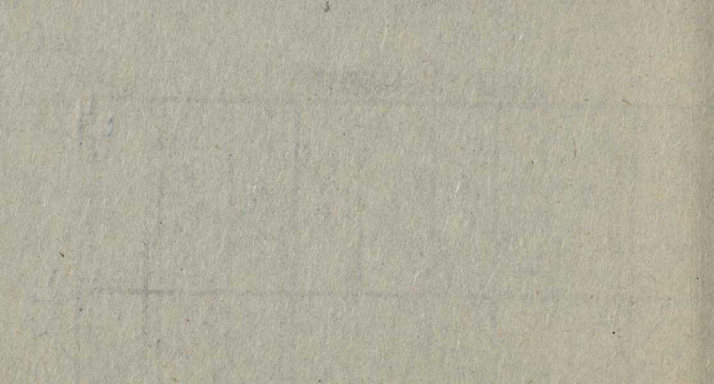
2007077472

КНИГА ИМЕЕТ

Листов печатных	Выпуск	В перепл. един. соедин №№ вып.	Таблиц	Карт	Иллюстр.	Служебн. №№	№№ списка и порядковый	200 г.

и 22
9/

04



ПРЕДИСЛОВИЕ ПЕРЕВОДЧИКА.

Книга «Из истории химии» есть перевод первой, исторической части книги У. Рамсея «Essays biographical and chemical», переведенной на немецкий язык и изданной проф. В. Оствальдом под заглавием «Vergangenes und Künftiges aus der Chemie».

В основу перевода положено немецкое издание, но так как в этом издании оказались кое-какие неточности, недоразумения и опечатки, то весь перевод был сверен с английским оригиналом.

По просьбе Оствальда, Рамсей написал специально для немецкого издания свою автобиографию, перевод которой тоже вошел в настоящую книгу.

Г. Котляр.

Автобиографический очерк.

Написать короткую автобиографию, дело не легкое. Все же я попытаюсь это сделать, чтобы удовлетворить просьбу моего друга, Оствальда. Может быть, мне мимоходом удастся дать людям, моложе меня, несколько указаний относительно того, чего следовало бы избегать. Если же они найдут в моем жизненном пути кое-что, что покажется им достойным подражания, я почту себя сугубо счастливым.

Я убежден, что каждый человек есть преимущественно то, что сделали из него его предки. Все мы значительную часть нашей жизни заняты тем, что по мере возможности переносим наши действия в область бессознательной деятельности мозга и тем делаем их автоматическими. Опытный музыкант, например, играет без особого напряжения, т. е. не сознавая в отдельности того, что он делает, хотя обязан он этой своей ловкостью многим годам сознательного упражнения. Вот подобным же образом, полагая я, мы пожинаем плоды многовековой напряженной деятельности наших предков и наследуем в известных размерах их инстинкты и привычки. Из этого общего положения я лично для себя делаю следующий вывод: так как мои предки с отцовской стороны были красильщиками—что может быть с несомненностью установлено, по меньшей мере, относительно семи поколений,—а с материнской стороны—врачами, то есть основание полагать, что я явился на свет Божий с некоторыми химическими инстинктами. Мой дед с отцовской стороны оставил свою красильню в г. Галдинготне около 1780 года и стал одним из представителей фирмы Артур и Турбуль в Камляши, одном из предместий г. Глазго. Фирма эта занималась изготовлением химических продуктов для красильщиков, а когда в нее вступил мой дед, она стала готовить и древесный уксус, который затем шел на производство свинцового сахара, уксуснокислых алюминия и натра. К этому мой дедушка присоединил производство двухромово-кислого калия. Я полагаю,

что он и открыл это вещество после того, как Вокелен добыл желтую хромокалиевую соль. Он изобрел также способ окраски хромовой оранжевой краской, подвергнув продукты, окрашенные хромовой желтой краской, действию едкой извести. Для получения двуххромово-кислого калия и нейтральной соли прибавляли не серную, а уксусную кислоту. Он получил право ввоза в Турцию хромистого железа. Когда же здоровье его пошатнулось, другой участник фирмы, Аргур, умер, а третий участник, старик Турнбуль, отказался от этой спекуляции, считая ее слишком рискованной, то фабрикация хромово-кислых солей перешла в руки Джона и Джеймса Вайта, наследники которых и теперь этим занимаются. Я полагаю, что мой же дед открыл и турнбульскую лазурь, красивую краску, которая в течение многих лет изготовлялась на этой фабрике под именем турнбулевой соли.

В 1798 году было основано в Глазго химическое общество, и в моих руках имеется единственная его книга протоколов, так как мой дед был первым и единственным президентом его. Среди членов этого общества выделяется Чарльз Тенап, фабрикант в С. Ролло. Напомню, что его фирма ввела в химическую промышленность производство белильной извести. Общество это просуществовало недолго, ибо в 1801 году было основано «философское общество в Глазго», которое и поглотило химическое общество.

Мой дед находился в переписке со многими известными химиками Франции. Я припоминаю его рассказ о том, что Гей-Люссак, путешествуя по Шотландии и проезжая через Глазго, провел ночь в его доме. У меня имеются письма к нему Вокелена, д-Морво и других химиков его времени, но содержание их особого интереса не представляет.

В 1827 году мой дед умер. В это время моему отцу было всего 15 лет. Грэггем предложил ему место помощника в своем «механическом институте» в Глазго, но известный кораблестроитель Роберт Наппэ, предложил ему поступить к нему в качестве ученика, и это предложение показалось его друзьям более заманчивым. Здесь он пробыл пять лет. В последние два года из этих пяти лет посещал также лекции в университете в г. Глазго по математике, математической физике и химии, одновременно с Уильямом Томсоном (лордом Кельвином). Впоследствии мой отец принимал участие, как инженер, в развитии железнодорожного дела, охватившем тогда в чрезвычайной мере всю Англию. Затем он стал, наконец, местным представителем Шотландского Страхового общества. Не будучи ученым в тесном

смысле этого слова, мой отец тем не менее обладал основательными научными познаниями. Он имел больше всего склонности к занятию математикой и особенно занимается изучением кватернионов, к которым питал глубокий интерес. Читал он также регулярно сочинения по геологии, чтобы иметь возможность следить за работами своего брата, сира Андрю Рамсея, который был преемником Мурчисона в качестве главного директора Геологического Института. Эта научная склонность разделялась всей фамилией моего отца. Доказывает это тот факт, что другой мой дядя, Джон, будучи сахарным плантатором в Демерара, снабдил свою фабрику и свою лабораторию новейшими машинами и научными аппаратами, необходимыми при обработке и исследовании сахарного тростника. У меня сохранилась еще обширная химическая библиотека моего дяди, Джона. Тетка моя Элиза была со своей стороны превосходным ботаником и собрала множество коллекций местной флоры в различных местах Шотландии.

С точки зрения учения о наследственности стоит еще указать на то, что семья Броун, из которой вышли Крум-Броун и дядя его, как и дядя моего отца, Самуэль Броун, автор книги «*Essay on Chemistry*» (химические очерки), имела своим родоначальником, как и мой дедушка, Джона Броуна в Гаддингтоне, выдающегося теолога его времени.

Отчет о предках моих с материнской стороны будет короче. Мой дедушка по матери, Арчибальд Робертсон, был врачом и практиковал в Эдинбурге. Он составлял краткие учебники по медицине для студентов: *Colloquia chymica*, *Colloquia anatomica*; согласно обычаю того времени, учебники эти составлялись на латинском языке. Он умер в 1835 году. Двоюродный брат его, тоже Арчибальд Робертсон, был доктором медицины, членом Королевского Общества и своими медицинскими исследованиями приобрел известность. Трое дядей с материнской стороны тоже были врачами, но все умерли сравнительно молодыми.

На основании всего этого я могу, мне кажется, сказать, что все химические мои дарования я унаследовал от моих предков с обеих сторон.

В начале 60-х годов обращалось мало внимания в школах на изучение естественных наук. Об элементарной школе Старка, которую я посещал от 4 до 10 лет, я помню очень мало; нас учили английскому, латинскому и французскому языкам и арифметике. В Глазовской академии, которую я посещал до 15-ти лет, естествознание преподавалось только раз в неделю; преподавал его некий Keddie, который был

чем-то в роде натур-философа. Помнится, что учили нас тому, что Гексли впоследствии назвал физиографией; были уроки о природе мела, его положении в геологической системе, его химическом составе и т. д. Но не было никакой системы в преподавании, ни возможности производить опыты в лаборатории. В современных наших английских школах слишком много, мне кажется, уделяется внимания, так называемому, естественно-научному преподаванию (science teaching). Здесь делаются попытки уяснить для незрелого ума ученика вещи, представляющие в сущности весьма трудные проблемы. Дети все заучивают на веру, а не на основании доказательств, и таким образом повторяют развитие человеческого рода. Чтобы постигнуть мысли, лежащие в основе философии химии, нужен зрелый ум; ведь, проблемы, которые здесь решаются, слишком сложны и основаны на аксиомах и силлогизмах, трудно поддающихся определению и принявших ясную и точную форму только в самое последнее время.

В ноябре 1866 года я поступил в университет в Глазго. Я был, что называется, скороспелкой, хотя и ленивым и мечтательным юношей. Я знал немного по латыни, еще меньше по гречески, довольно бегло говорил по французски, имел некоторые мало упорядоченные познания в математике и мало склонности участвовать в обычных состязаниях. И здесь позволю себе кстати заметить, что у нас в Англии слишком много значения приписывается состязаниям, как побудительной силе к работе. Предполагается, повидимому, вне всякого сомнения, что все юноши преисполнены желания превзойти своих товарищей. Я также настроение считаю далеко не общим и мне кажется очевидным, что лучшая работа в мире делается по совершенно другим причинам. Весьма вероятно, что самым важным фактором является унаследованная склонность. Правда, должны получиться прекрасные моральные и интеллектуальные последствия, если заставлять юношу делать работы, которых он не любит. Но, ведь, гораздо важнее дать ему возможность открыть, каковы его специальные дарования. Конечно, такие дарования могут развиваться только позже, и если слишком рано очень уже облегчать для юношей возможность специализироваться, то можно и ошибиться, и цель может оказаться недостижимой. Что касается меня, то первые два года я провел в университете за чтением классических авторов. От этого у меня ничего не осталось, кроме воспоминания о некоторых одах Горация и способности с большой легкостью расшифровывать латинские тексты. Боюсь, что большая часть

моего времени была заполнена чтением изящной литературы. То, что мне знакомо из Шекспира, Милтона, Вордсворта, Тенисона, как и более старых романистов, усвоено было мною, главным образом, в то время.

В ноябре 1868 года я изучал логику и математику и в 1869 г. я поступил в лабораторию Роберта Тетлока, ассистента у профессора Пепиш. известному своим ранними определениями точных атомных весов. Но не в это время произошло мое первое соприкосновение с химией, ибо прежде, чем я оставил школу, я имел несчастье сломать себе ногу при игре в футбол. Когда я стал выздоравливать, я читал химию Грегга; главным образом—я должен в этом сознаться—для того, чтобы научиться делать фейерверк. Мой отец, помнится, дарил мне в небольших количествах бертолетовую соль, фосфор, серную кислоту и т. д., а также небольшие стаканы, склянки и спиртовую лампочку, чтобы я мог развлекаться во время скучных месяцев болезни. В первые годы моего пребывания в университете я заразил желанием проникнуть в тайны химии одного близкого моего друга, а в настоящее время выдающегося юриста, и я припоминаю наше торжество, когда нам удалось получить из сахара кристаллы щавелевой кислоты.

Г. Тетлок был (и остался) превосходным аналитиком, и в течение одного года я проделал качественный анализ и значительную часть количественного. Через некоторое время заболел один из его помощников, и он предложил мне на время заменить его; здесь мне впервые стала знакома мысль об ответственности. В следующем году я слушал лекции Томаса Андерсона, известного своими исследованиями оснований пиридина и хинолина. Андерсон заболел, и по истечении нескольких месяцев его лекции стал читать профессор Джоу Фergusson, занимающий эту кафедру и поныне. В это же время я слушал лекции по анатомии у профессора Аллена Томсона, одного из лучших лекторов, которых мне когда-либо приходилось слушать; главным же образом я занимался в то время химией и математикой. В 1870 году я, оставаясь еще у Тетлока, стал слушать Уильяма Томсона и работать в его лаборатории. Слушал я также геологию у профессора Джона Юнга. Уильям Томсон не был систематическим учителем, читал, большею частью не замечая людей, но тем не менее имел весьма сильное и благотворное влияние. В настоящей книге приведены некоторые из моих воспоминаний о том времени, и потому я не буду их здесь повторять. Достаточно указать на то, что мы скоро стали его ассистентами, так что при

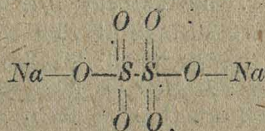
всей нашей скромности, мы имели такое чувство, будто помогаем ему при его открытиях.

Когда в следующем году я вернулся с моей матерью с летних каникул в Шотландию, разразилась франко-прусская война. Я собирался в Гейдельберг, чтобы работать у Бунзена, но так как положение дел на континенте стало недостаточно спокойным, было признано неосторожностью жить так близко к границе. Я продолжал, поэтому, работать в лаборатории Тетлока и слушать Уильяма Томсона. После победы немцев я отправился в Гейдельберг, посетил Бунзена и получил место в его лаборатории. Однако, так как многие из моих друзей очень превозносили преподавание Фитиха в Тюбингене, то я весной 1871 года отправился туда, где и приступил к работе над соединенными напатырной платины, которые я приготовил у Тетлока. Через некоторое время, однако, Фитих предложил мне работу по его собственному выбору, именно над толлуоловыми кислотами, и по истечении двух лет я получил степень доктора химии, защитив диссертацию об орто- и метатоллуоловой кислоте. Лекции я слушал у Реуша по физике и у Квенштеда по геологии. Фитих был превосходным учителем, как в лаборатории, так и в аудитории, многому я также научился у Вильгельма Штуделя и его ассистента Ремзена, а также у моих коллег Петера Рёмера, Эмиля Кахеля, Бетингера и Рюгеймера.

Вернувшись в Глазго, я получил место ассистента у профессора по технической химии при «Университете Андерсона»; профессором был Густав Бишоф, сын знаменитого боннского геолога. Профессор Бишоф был слаб в английском языке, и ему приходилось тратить много времени для приготовления к своим лекциям. Вследствие этого вся забота о 20-ти студентах, работавших в лаборатории, падала на меня. Отто Генер, один из лучших в настоящее время городских химиков в Лондоне, был его частным ассистентом и его советы были для меня весьма полезны; он учился у Фрезениуса и был превосходным аналитиком. Я пробыл здесь два года и начал работу о действии хлора и брома на водные окиси. Насколько помнится, я не обнаруживал за это время ничего, но систематическая работа, которую мне приходилось выполнять без всякой помощи, принесла мне большую пользу. Очень многому я научился также от моих студентов, ибо нет более строгого испытания и более беспощадной критики, чем критика наших учеников.

В 1874 году место Андерсона занял профессор Фер-

гюссон и избрал меня в свои ассистенты по преподаванию. моя задача была дополнять его лекции специальными курсами. Окколо 200 студентов, главным образом медиков, посещали лекции по общей химии; они были разделены на 4 группы по 50 человек в каждой, и мне приходилось заниматься с ними, задавая вопросы по курсу, а раз в неделю и письменные работы. С каждой группой занятия шли по два раза в неделю; таким образом, мне приходилось весь курс проходить одновременно четыре раза. В результате я изучил неорганическую химию с редкой основательностью. Занятия были немного однообразны, и к концу 6 лет они заметно утомили меня. Читал я также лекции по органической химии, заставлявшие меня работать, и производил, правда, довольно одиноко, некоторые исследования в лаборатории. В то время никто не работал самостоятельно, за исключением некоторых студентов, которых я побудил к этому; среди них были Артур Смителъс, в настоящее время профессор в Лидсе и Д. Добби, раньше профессор в Бавгоре, а в это время директор музея в Единбурге. В это время я обнаружил заметку о новом минерале, кристаллизованном в правильной системе, серном колчедане с содержанием висмута, и работу о действии теплоты на этил-тио-сернокислый натрий, в которой доказывалось, что тио-серные кислоты содержат рядом с группой сульфгидрила и гидроксильную группу, так как при разложении его в теплоте от него отщепляется дитиодисульфид $[(C_2H_5)_2S_2]$, оставляя дитионат натрия; этим было установлено строение этого последаго:



В погребе химической лаборатории сохранялись запасы фракционировок пиридиновых оснований, оставленные профессором А н д е р с о н о м; профессор Ф е р г ю с с о н любезно предоставил их в мое распоряжение. Фракция, содержащая пиколины, казалась наиболее интересной, и я приступил к исследованию ее. Из пиколина была получена пиколиновая кислота, т. е. пиридин-монокарбоновая кислота, а из лютидина—дикарбоновая кислота и из обоих было получено много производных. Вспомнив мои соединения платин-амония, я исследовал соответствующие соединения из пиридина и пиколина, а также некоторые производные ди-

пиридина. Опыты над физиологическим действием некоторых из этих веществ побудили меня посещать лекции профессора Мак Кендрика, незадолго до этого занявшего кафедру по физиологии. Он обнародовал результаты наших опытов в *Journal of Physiology* (журнале по физиологии). Впервые был получен синтез пиридина из ацетилен и синильной кислоты, но мне не удалось расщепить кольцо пиридина. В это же время я вместе с Добби исследовал продукты окисления хинина и цинхонина, причем были получены карбоновые кислоты пиридинового ряда.

Приступить к работам в области физической химии меня побудило, насколько помнится, то обстоятельство, что я натолкнулся на некоторые трудности при определении плотности паров некоторых производных дипиридина с очень высокой температурой кипения. Я хотел применить метод Виктора Мейера, состоявший в том, что образующимися парами вытеснялся жидкий металл из сосуда, который нагревался в ванне из серных паров. В настоящее время метод этот совершенно вытеснен позднейшим его классическим методом. Здесь у меня явилась мысль определить молекулярный объем жидкостей при их точках кипения, нагревая в ее собственных парах стеклянный сосуд, наполненный исследуемой жидкостью. Метод этот гораздо проще, чем тот, который применял Копп, а результаты он дает не менее точные. Раз окупившись в море физической химии, я натолкнулся на множество проблем. Так, я много времени потратил, насколько помнится, на измерение электропроводности растворов при помощи едва изобретенного в то время телефона: последний должен был указать то ли отсутствие тона трубы, приведенной в движение электрическим мотором. Должен сознаться, что, к сожалению, мне не пришла в голову мысль воспользоваться для этой цели нутом индукционной катушки. Другой ряд опытов, давший лучшие результаты, но никогда не обнародованный, заключался в определении плотности паров по высоте тона трубы, падуемой испытываемыми парами. В третьем ряде опытов были исследованы свойства различных жидкостей и растворов, помещенных в катушку индукционных весов Hughes'a. Одновременно с этим я почти все вечера работал вместе с моими друзьями, Мак Кендриком и Коатсом, над изучением действия известных анестетических средств, причем мы пытались открыть и новые. Мы образовали комитет Британской Медицинской Ассоциации, после того как были произведены опыты над животными, я сам стал служить в качестве «corpus vile», на котором и

были испытаны некоторые вещества. Вещества эти не возбуждали меня, а притупляли только мои чувственные ощущения, не вызывая во мне тех истерических или напоминающих пьяное состояние действий, которые столь часто являются характерными для первых стадий. Постоянные приемы хлористого этилидена и эфира вызывали только у меня некоторую нетвердость в ногах, а кроме этого эти частные частичные отравления никаких вредных последствий не имели. Важнейшие результаты этих опытов, касавшиеся давления крови, были сообщены в медицинских журналах. Новых анестетических средств мы не открыли, но нашли мы, что в общем и целом могут быть получены удовлетворительные результаты с хлористым этилиденом. Но вещество это стоит слишком дорого, его трудно получить в чистом состоянии, и оно не представляет никаких особых преимуществ сравнительно с эфиром и хлороформом, если только соблюдать осторожность в применении их.

В марте 1880 года я получил кафедру химии при колледже университета в Бристоле, освободившуюся за выступлением профессора Letts'a; он же был преемником доктора Андрюса в Вельфасте, знаменитого своими работами над озоном и критической точкой кипения. Я полагаю, что досталась мне эта кафедра, благодаря тому, что я мог читать по-голландски. Как оказалось, от меня ожидали, что по приезде я сделаю визиты членам административного совета колледжа. Этот административный совет состоял из видных людей Бристоля, духовных, врачей, фабрикантов и купцов. Среди других мне пришлось посетить одно духовное лицо, известное своими великими заслугами по работе в комиссии для пересмотра перевода библии. Одно из моих рекомендательных писем было от профессора Гуннинга, с которым я познакомился за несколько лет до этого во Франции, и было оно написано на голландском языке. На этом основании это духовное лицо меня спросило, знаю ли я этот язык. Я должен был сознаться, что я с трудом на нем читаю. Тогда мне были принесены некоторые теологические рукописи и попросили перевести их. Я это и сделал, не без затруднений. На выборах я был выбран большинством в один голос и, хотя у меня положительных доказательств и нет, я все же вполне убежден в том, что именно этой работе я обязан был этим решающим голосом.

В Бристолe я продолжал работу над молекулярными объемами жидкостей и, желая, естественно, узнать, существуют ли простые, открытые Коппом, отношения, если взять точки кипения при более высоком давлении, я при-

ступил к экспериментам с жидкостями в запаянных трубках, как Кальвар Латур. Чтобы удалось получить температуры, до некоторой хотя степени постоянные, трубки были помещены в углублении толстого, помещенного в наклонном положении, куска меди, покрытого стеклянной пластиной и нагреваемого снизу. Благодаря прекрасной теплопроводности меди, получалась равномерная температура, а толщина ее обеспечивала от взрывов. Трубки наполнялись различными жидкостями в различной степени и изменении объема наблюдались при различных температурах. Это устройство опыта, впрочем, скоро было заменено аппаратом, устроенным по методу Андруэса. Величайшее затруднение представляло при этом герметическое закрытие сосуда; затруднение это было преодолено, когда трубки были помещены в каучуковые цилиндры, которые стальными крышками прижимались к компрессору. На усовершенствование этого аппарата ушло полтора года. Тем временем и с моим ассистентом, Массеном, определил молекулярные объемы серы, фосфора, натрия; причем оказалось, что полученные нами величины довольно точно совпадают с теми, которые были вычислены Коппом, Лоссеном и Торном из соединений этих элементов.

На истечение года моего пребывания в Бристолье случилось, что Альфред Маршаль, профессор политической экономии и директор колледжа, вынужден был оставить свое место по расстроенному здоровью. Осенью 1881 года я женился и отправился в свадебное путешествие. Узнав, что я намечен в преемники Маршала, и не желая вернуться в Бристоль до решения этого дела, я продлил это путешествие несколько дольше, чем предполагал. В конце сентября я получил известие о своем избрании и в октябре 1881 года я вступил в исполнение моих двойных обязанностей. Новая обязанность, естественно, затруднила до известной степени мои экспериментальные работы, и это положение вещей не стало, конечно, лучше от того, что я должен был еще строить новую лабораторию. Кроме того, на меня была возложена еще одна обязанность: мне приходилось в некоторых соседних городах читать еженедельные лекции по химии красильного дела и фабрикации сукон. Произошло это потому, что учредило кафедру химии главным образом «старое и благочестивое» общество суконной мануфактуры в Лондоне, поставив при этом условием устройство таких лекций. Наконец, кроме всего этого, мне приходилось еще два раза в неделю читать вечерние лекции. Вследствие всего этого работа в Бристолье в общем и целом была не только трудна,

но, в некоторых отношениях, даже неприятна. Однако, по истечении нескольких лет суконщики отказались от своего требования и лекции в других городах, к моему величайшему удовольствию, прекратились.

Осенью 1882 года моим ассистентом стал Сидней Юнг. Первая наша общая работа касалась «горячего льда». В журнале Nature было сообщено, будто, если шарик термометра обложить льдом и поместить в сосуд, отчасти освобожденный от воздуха, то нагреванием извне температура этого льда может быть поднята выше 0° . Это нам показалось невероятным. Прделав этот опыт, мы нашли, что температура льда зависит от давления, существующего в сосуде. Отсюда и развилось средство определять давление паров льда при различных температурах. При помощи этого средства был произведен ряд опытов. Устроив двойной аппарат, содержащий с одной стороны термометр, шарик которого был обложен мокрой ватой, и с другой стороны подобный же термометр, шарик которого был обложен льдом, мы могли, уменьшая давление, делать сравнительные опыты для определения температуры испарения льда и холодной воды при равном давлении. Первая температура получалась всегда более высокой, чем вторая, и таким образом нашло экспериментальное подтверждение предсказание Джемса Томсона. Случайно был тут же найден метод, как охранить от перенагревания нагреваемый парами термометр: обкладывая шарик термометра ватой или асбестом, получают истинные температуры кипения жидкостей при фракционной перегонке. Это повело к опытам с другими веществами, как, уксусная кислота, камфора, бром, иод и т. д. Эти опыты дали сходные результаты и были определены линии давления паров этих веществ в твердом и жидком состоянии.

Отсюда был небольшой шаг к исследованию подпадающих диссоциации веществ, как паральдегид, хлорал-гидрат, янтарная кислота и т. д. При определении кривой испарения нашатыря был констатирован тот удивительный факт, что совершенно сухой аммиак не соединяется с совершенно сухим хлороводородом. Впоследствии этот вопрос был с большим успехом исследован далее В. Вакег'ом.

До отъезда своего из Глазго я предложил вниманию философского общества работу, в которой доказывал, что между теплотой испарения какой-нибудь жидкости и увеличением ее объема при переходе в состояние паров существует приблизительно постоянное отношение. Это отношение было между тем открыто совершенно независимо

Трутоном, и с тех пор известно под названием правила Трутона. Сравнением частных производных давления по температуре исследованных нами веществ Юнг нашел простое отношение между дифференциальными кривыми.

В уравнении $\frac{L}{S_2 - S_1} = \frac{dp}{dT} \cdot \frac{T}{J}$ выражено отношение, существующее между теплотой испарения L , разностью объемов жидкости и газа $S_2 - S_1$, изменением давления с изменением температуры $\frac{dp}{dT}$ и абсолютной температу-

рой T , причем J есть коэффициент превращения теплоты в работу. Оказалось, что при равных приращениях давления отношение соответствующих абсолютных температур двух жидкостей есть линейная функция; отсюда вытекает возможность из двух определений давления и температуры какого-нибудь вещества вычислить всю линию давления его паров. Было доказано, что это отношение существует как для диссоциирующих, так и для недиссоциирующих веществ, и оно оказалось применимым между двумя такими пределами, что возможно было сравнение между серой, с точкой кипения в 446° , и кислородом, с точкой кипения в $-182,5^\circ$. «Правило Рамсея и Юнга» применялось также для вычисления давления паров ртути при низких температурах.

Cundall и я нашли при нашем исследовании перекиси азота, что газобразная треокись азота практически не существует. Cundall продолжал это исследование и определил диссоциацию перекиси азота в жидком состоянии и позднейшими работами в Лондоне при помощи метода определения точки замерзания было установлено, что формула жидкой треокиси азота действительно есть N_2O_3 .

В то время, как производились все эти различные опыты, был между тем готов наш аппарат, и я с Юнгом приступил к работе изучения свойств жидкостей при очень высоких давлениях и температурах. Мы исследовали метиловый, этиловый и пропиловый спирты, уксусную кислоту, бензол и некоторые другие жидкости и показали, что при постоянном объеме существует простое линейное отношение между температурой и давлением, как для газов, так и для сильно нагретых жидкостей как это и следует уже из уравнения ван-дер-Ваальса. Уравнение это таково:

$$p = \frac{RL}{v - \beta} - \frac{a}{v^2}; \text{ если } \frac{R}{v - \beta} \text{ обозначить буквой } b \text{ и } \frac{a}{v^2} =$$

буевой a , то уравнение принимает форму: $p = bT - a$. Это уравнение сделало возможной экстраполяцию из наших измерений и позволило нам начертить кривые, изображающие постоянный переход из жидкого состояния в газообразное при всех температурах ниже критической точки. Таким образом получена была возможность экспериментально доказать, что поверхность, заключенная между линией давления паров и находящейся над ней частью кривой изменения давлений с изменением объемов, равна поверхности, заключенной между первой и нижней частью второй. И здесь нашло экспериментальное подтверждение предсказание Джемса Томсона.

В 1887 году я был приглашен на кафедру химии, при университетском колледже в Лондоне, освободившуюся с уходом Александра Уильямсона (знаменитого исследованием смешанных эфиров). Колледж был основан в 1827 году и первым профессором был Томас Турнер, автор общезвестного учебника. Его сменил Грегэм, и в то время, как главная профессура оставалась еще за ним, стал профессором прикладной химии Уильямсон. После того, как Грегэм получил важное место начальника монетного двора, его место занял Уильямсон, а место последнего получил Fownes. После же его смерти кафедра прикладной химии стала самостоятельной и при моем вступлении в должность ее занимал Чарльз Грегэм, специалист по пивоваренному делу. Я считал великой для себя честью быть преемником столь знаменитых ученых.

По возобновлении работ я приступил к определению свойств воды при высоких температурах. Пользовался я при этом зеленой стеклянной трубкой, относительно которой предполагали, что она способна противостоять воде при высоких температурах. Но оказалось, что стекло сильно пострадало при 280° , наивысшей температуре, при которой измерялись объем и давление. Это была последняя работа, которую я выполнил совместно с Юнгом; дальнейшие работы он производил уже сам и весьма обогатил наши знания исследованием многих чистых жидкостей при высоких температурах.

Я прочитал в первом томе незадолго до того основанного Оствальдом журнала физической химии общезвестную статью ван-Гофа; она произвела на меня очень сильное впечатление своим глубоким смыслом, и я перевел ее на английский язык. Она была в извлечении сообщена Физическому Обществу и затем напечатана в журнале *Philosophical Magazine*. Физики были мало мне благодарны за это, потому что никто из них не мог согласиться с допу-

щением, что молекулы растворенных веществ свободно движутся в растворителе, производя при этом осмотическое давление. Вскоре после этого мне пришла в голову мысль, что, измеряя уменьшение давления паров в ртутном растворе, можно определять молекулярные веса многих металлов. Результат получился очень интересный: оказалось, что металлы обыкновенно одноатомны, какими они оказались, впрочем, и в состоянии паров в тех случаях, в которых удавалось измерить плотность паров.

Так как в Лондоне было гораздо больше студентов, чем в Бристоле, то здесь оказалась возможность осуществить работы, которые там невозможно было бы осуществить. Линдер и Пиктон, по моему поручению, произвели тщательное исследование коллоидов, а Бали определили сжимаемость разреженных газов. Перман повторил с иодом классические опыты Кунтда и Варбурга, которыми была доказана одноатомность паров ртути. Он же помогал мне при измеренных длины волны тонов определенной высоты при различных давлениях и температурах в эфире парообразном и жидком. Отсюда мы получили данные, при помощи которых нам удалось с большой точностью начертить адиабатические линии. В 1892 году было приступлено к опытам для определения поверхностного натяжения жидкостей вплоть до критической точки, причем были получены некоторые указания на простые отношения, существующие между энергиями поверхности различных жидкостей. Около этого времени явился в мою лабораторию Shields; я предложил ему приступить к этой работе и по истечении восьми месяцев мы обнародовали тот, открытый, впрочем, уже Göttsch, закон, что энергия поверхности жидкостей есть линейная функция температуры. Этот закон дал нам возможность доказать, что большая часть жидкостей имеет молекулярные веса, совпадающие с таковыми же весами их паров. Только вода, спирт, органические кислоты и некоторые другие жидкости имеют в жидком состоянии комплексные молекулы. В следующем году я продолжал эту работу с мисс Астон; были исследованы некоторые растворы, но никакого простого результата не было получено. Вероятно, распределение комплексных молекул в жидкости не однородно или изменяется с концентрацией раствора. Несколько лет спустя Франк Боттомли распространил эти исследования в моей лаборатории на расплавленные соли, причем было доказано, что расплавленные азотно-кислый калий и натрий имеют комплексные молекулы.

В течение 1833 года я производил опыты с перепонкой, которая оказывалась для газа полупроницаемой, и именно из палладия. Я показал, что, если сосуд из такого металла, наполненный азотом или каким-либо другим индифферентным газом, нагревать в атмосфере из водорода, то давление внутри сосуда возрастает вдвое: в сосуд входит водород до тех пор, пока давление внутри и вне его не становится почти равным и давление водорода прибавляется к давлению азота, для которого палладий непроницаем.

На лекциях по экспериментальной химии принято показывать, что, сгорая или соединяясь с кислородом, вещества увеличиваются в весе. Удобный метод для этого заключается в том, что нагревают в тигеле немного магнезии; так как магнезия, нагретая до красного каления, улетучивается, то целесообразно закрывать тигель крышкой. Приращение веса магнезии естественно равно весу присоединившегося к ней кислорода. Я заметил, что после пребывания во влажном воздухе содержимое тигеля имело запах аммиака, очевидно, вследствие разложения водой образовавшегося азотистого магния. Около этого времени (весной 1894 года) лорд Рэлей нашел, что «химический азот», т. е. азот, не полученный из атмосферного воздуха, имеет меньшую плотность, чем обыкновенный азот из воздуха, освобожденного от паров воды, двуокиси углерода и т. д., и просил читателей журнала *Nature* дать объяснение этой аномалии. Я обратился к нему с просьбой позволить мне попытаться, не смогу ли я ему помочь в выяснении этой загадки. Лорд Рэлей охотно согласился и мы приступили к опытам. Воздух при помощи раскаленной меди был лишен своего кислорода и затем нагрет с кусочками магнезии в трубочке. После того, как значительное количество азота было поглощено магнезией, была определена плотность остатка. Плотность оказалась в 15 раз больше плотности водорода, между тем как плотность азота только в 14 раз больше ее. Эта плотность возросла еще по мере дальнейшего поглощения азота, пока она не достигла 18. Этим было доказано, что воздух содержит газ, плотность которого больше плотности азота. Когда я это сообщил лорду Рэлею, он ответил мне, что он повторил старый опыт Кэвендиша и Пристли и произвел соединение азота и кислорода воздуха при помощи электрической искры в присутствии едкого кали. И это было сделано в моей лаборатории моим частным ассистентом, Перси Уильямсом, но мы оставили этот метод ради более скорого метода с магнезией. Лорд Рэлей получил небольшой остаток, обнаруживавший

неизвестные линии спектра. После этого он настоял на том, чтобы мы соединили свои силы, и в августе 1894 года мы могли на собрании Британской Ассоциации в Оксфорде сообщить об открытии «новой газообразной составной части атмосферы». Я получил 100 куб. см. этого вещества и нашел его плотность равной 19,9; оказалось оно также одноатомным, что доказывала длина волны тона, сравненная с длиной волны в воздухе при тех же условиях. Далее, было исследовано отношение этого газа ко всем до некоторой степени легко получаемым элементам при различных условиях. Так как он не вступал ни в какие соединения, то мы назвали его аргоном (недеятельный); название это было, кажется, предложено моим другом, профессором Бони. В то время, как я занимался этими опытами, лорд Рэлей показал, что воздух, поглощенный водой и затем из нее освобожденный, богаче этим более плотным газом, чем первоначальный воздух; отсюда вытекало, что растворимость его в воде больше растворимости азота и кислорода. Лорд Рэлей доказал также, что он концентрируется в остатке, который получается при диффузии воздуха через глиняные трубы. Спектр этого газа, был исследован нашим другом, Уильямом Круксом, а профессор Ольшевский в Кракове превратил его в жидкое состояние и определил его критические постоянные.

В январе 1895 года я имел честь говорить об этом открытии перед переполненным собранием Королевского Общества; вскоре после этого лорд Рэлей в одну из пятниц прочитал о том же предмете доклад в Королевском Институте.

В то время, как мы работали над отысканием путей для получения соединений из аргона, известный минералог, профессор Muers, в настоящее время глава Лондонского Университета, обратил мое внимание на статью Гиллебранда (из Геологического Института Соединенных Штатов), в которой упоминалось, что некоторые минералы урана при нагревании освобождают большие количества некоторого газа. Мне удалось купить около 30 гр. клевейта, одного из этих минералов. Обработав это вещество слабой серной кислотой и подвергнув исследованию спектр освобожденного газа (после его освобождения от азота с помощью метода Кэвендиша), я получил блестящую желтую линию, которая по положению своему почти совпадала с D—линией натрия, но все же ясно от нее отличалась. По описанию она соответствовала линии, впервые найденной в солнечном спектре Янсею в 1868 году. Впоследствии она

была исследована Frankland'ом и Lockyer'ом, которые приписали ее неизвестному на земле, но существующему на солнце, элементу, названному ими, поэтому, гелием. Чиапаррелли указал на то, что ему удалось наблюдать эту линию (Янсен обозначил ее через D в газе, полученном из лавы близ Везувия. Земной гелий оказался газом плотности 2, одноатомным, как аргон, и потому с атомным весом 4. Он оказался столь же недействительным, как аргон, и при содействии моего ассистента того времени, Нормана Колли, я показал, что он лучший проводник электричества, чем все другие газы.

На основании периодической таблицы элементов можно было предвидеть существование многих других сходных газов. Пригласив к себе в помощники Morris'a Travers'a, я исследовал большое число минералов, семь метеоритов и около 10 проб минеральных вод, содержат ли они инертные газы, но все без успеха. В минеральных водах был найден аргон, а иногда и гелий; в минералах, если из них выделялись газы, был найден только гелий, кроме малакона, в котором, рядом с гелием, оказались следы аргона. Из метеоритов шесть не освободили никакого газа, а в седьмом оказались очень небольшие количества аргона и гелия. Затем мы стали пробовать, нельзя ли разложить гелий и аргон при помощи диффузии, ибо Lockyer высказал предположение, что гелий, есть смесь из вещества, которое он называл астрием, с истинным гелием; первому он приписывал блестящую зеленую линию в спектре, а второму—желтую. Опыты эти, однако, дали лишь отрицательные результаты и, как аргон, так и гелий, оказались однородными.

В сентябре 1897 года Собрание Британской Ассоциации состоялось в Торонто, в Канаде, и, как президенту химического отделения, мне выпала задача прочитать доклад при открытии его. Я выбрал тему «Не открытый газ» и предсказал существование газа плотности 10 и атомного веса 20. Около этого времени Travers и я решили подвергнуть анализу большое количество воздуха, который и тогда уже превращали в жидкость в больших размерах. Kammerling Onnes, Devar, Hampson и др. Поздней осенью Гампсон доставил нам около 100 куб. см. жидкого воздуха. После того, как большая часть этого количества была превращена в пары, мы исследовали остаток и нашли в нем газ, дававший в спектре две блестящие линии, желтую и зеленую. Плотность его была больше, чем плотность аргона, именно около 22,5. Мы назвали его криптоном (скрытый). Travers добыл около 15 литров аргона, чтоб превратить его в

жидкое состояние. Когда мы получили его в жидком состоянии при помощи второй порции жидкого воздуха, доставленного Гампсоном, то первые испаряющиеся части стали светиться ярким огненным светом, когда через них проходил электрический разряд; в блестящем спектре оказалось много красных, оранжевых и желтых линий. Мы назвали этот газ неон (новый). Наконец, при отделении фракции криптона от аргона, всегда оставался очень небольшой пузырек после того, как весь криптон был как будто выкачан уже насосом. И этот остаток обнаруживал особый спектр и мы назвали его ксеноном (чужой). Нужно еще упомянуть, что мы нашли еще один газ, который признали новым, и назвали его метаргоном. Когда кислород был удален и через газ пропущен электрический разряд, образовалась фракция газа, обнаружившая в зеленой и фиолетовой части спектра линии, отличные от линий аргона. Как аргон и этот газ оказались индифферентным и его плотность мало чем отличалась от плотности аргона. Правильное объяснение этому явлению мы нашли лишь впоследствии. Чтобы выделить кислород из смеси газов, мы пользовались всегда определенным сортом фосфора; в последнем содержалось, повидимому, какое-то соединение углерода, ибо спектр, который получался при довольно высоком давлении, был спектром окиси углерода. Достоин сожаления, конечно, если случается обнаружить нечто неточное; тем не менее я осмеливаюсь думать, что случайная ошибка извинительна. Непогрешимым быть невозможно, а в случаях ошибок найдется всегда очень большое число добрых друзей, которые быстро исправят погрешность.

До лета 1900 года Travers и я посвящали все свое свободное время исследованию газов и определению их свойств. Чтобы закончить этот отчет об индифферентных газах, я забегу несколько вперед и скажу, что профессор Мооре, работавший у меня в 1907—08 г.г., исследовал остатки не менее 120 тонн жидкого воздуха, любезно представленного в мое распоряжение г. Claude, изобретателем остроумного способа выделения кислорода из воздуха. Не удалось найти и следа газа, который был бы тяжелее или менее летучим, чем ксенон. Таким образом, газы гелий (4), неон (20), аргон (40), криптон (82,5), и ксенон (130) образуют, повидимому, специальный ряд, но об этом после. Спектры этих газов были исследованы Бали при помощи спектрометра, построенного им самим; решетка для него, особенно красивая, была доставлена Brashier.

В ноябре 1900 года я отправился в сопровождении

своей жены в Бомбей. Один богатый филантроп-парс, И. Н. Тата пожертвовал сумму в 400.000 фунтов стерлингов слишком на основание «университета». Потребовалось содействие правительства Индии и была образована комиссия, отчасти из прирожденных индусов, отчасти из правительственных чиновников, для установления основ организации дела. На мою долю выпало счастье быть избранным в советники этой комиссии. Я внес предложение изучить сначала состояние образования и промышленности в Индии, и только потом обсудить характер и направление института, как и наиболее подходящее для него место. Потребовалось бы слишком много места, гораздо больше, чем есть в моем распоряжении, если бы я захотел описать это чудное путешествие по Индии, которому содействовали как правительстве, так и многие властители Индии. Ограничусь, поэтому, указанием на то, что мы посетили Бомбей, Поону, Бангалор, Мадрас, Калькутту, Патну, Бенарес, Аллахабад, Дели, Лукноу, Саванпуре, Рорки и Бароду; везде мы опрашивали преподавателей университетов и посещали фабрики. Наиболее подходящим местом оказался Бангалор, а наиболее целесообразной задачей предприятия—развитие индусской промышленности научными средствами. В настоящее время институт вполне основан с директором Travers'ом во главе; к возведению зданий в Бангалоре тоже уже приступлено.

По возвращении из Индии было приступлено к опытам для определения относительного содержания инертных газов в воздухе. Сначала Келли точно определил все содержание их в воздухе; отношение между гелием, неонем, криптоном и ксеоном было определено приблизительно.

В 1898 году я был назначен членом Королевской Комиссии для исследования сточных вод. Потребовалась лаборатория для решения различных проблем, ставших на очередь с введением бактериологического изучения сточных вод. Организация лаборатории, приглашение подходящих сотрудников и общий верховный надзор за работой поглощали значительную часть моего времени и моей энергии. Под моим руководством был выработан мисс Ноттингхэм быстрый способ для определения свободного кислорода как в обыкновенной воде, так и в сточных водах—метод, оказавшийся весьма полезным. Комиссия в настоящем году издала ясный свой отчет и работы ее еще продолжаются.

Приехав в Париж в 1896 году на торжество столетия французского института, я был приглашен покойным Беккерелем, вместе с лордом и лэди Кельвином, и сиром George Stokes, в его лабораторию, где он показал нам свои

Беккерель

новые опыты над лучами, исходящими из соединения урана. Я прекрасно припоминаю интенсивный интерес, обнаруженный лордом Кельвином; и ту живость, с которой Беккерель отвечал на своем быстрейшем французском языке. Больше всего удивляло лорда Кельвина и возбуждало большое любопытство у всех нас то обстоятельство, что изучение продолжалось долго. Вследствие этого, когда осенью 1903 года в мою лабораторию вступил Фредерик Содди, замечательные работы которого вместе с Рутерфордом успели привлечь к себе всеобщее внимание, я приветствовал его с особой радостью.

Получив небольшое количество бромистого радия, мы осмелились приступить к исследованию спектра эманации его. Я привык работать с небольшими количествами газа; так, физические свойства ксенона я определил, имея в своем распоряжении немного менее 4 куб. см. этого газа. Но здесь в моем распоряжении вещество имелось в кубич. миллиметрах, вследствие чего потребовались особые приемы работы. Я полагал, что можно сделать спектр эманации видимым, если примешать некоторые следы гелия; видимый спектр этого последнего так прост, что рядом с его линиями нетрудно будет, казалось нам, распознать новые линии эманации. После нескольких неудачных попыток мы стали готовить из термометрических трубок трубки, из которых выкачан был воздух, и, если нам не удалось увидеть спектр эманации, то за то мы, к нашему изумлению, нашли в таких трубках гелий, которого мы во всяком случае сюда не вводили. Это привело нас к приблизительному измерению объема эманации, развивающейся в данное время из данного количества бромистого радия; констатировали мы еще, что это истинный газ, подчиняющийся закону Бойля, подобно другим газам. Определили мы и количество гелия, получаемое из данного объема эманации. То был первый наблюдаемый случай превращения элементов. В элементарной природе радия не может быть ни малейшего сомнения, так как он есть металл, образующий соли, сходные с солями бария, что было вполне доказано г-жей Жюри. В такой же мере нет ни малейшего сомнения, что гелий есть элемент, соответственно обычному обозначению.

После оставления моей лаборатории Содди летом 1904 г. Бойл и я успели получить спектр эманации и установить, что и эта последняя должна быть признана элементом.

В течение 1903—4 года на мою долю выпала честь быть президентом Общества Химической Промышленности, и в августе 1904 г. это Общество устроило свое годовое собра-

ние в Нью-Йорке, так как оно насчитывает много членов в Соединенных Штатах и Канаде. Пришлось мне здесь прочитать доклад, и я выбрал своей темой воспитание химика. Изложенные в нем воззрения были встречены с одобрением в мире химиков, и доклад был переведен на несколько иностранных языков. Мы объехали важнейшие восточные штаты и посетили всемирную выставку в Сан-Луи; и путешествие это и сама выставка оказались весьма интересными и поучительными. В середине октября я снова вернулся к своей работе.

Профессор Гизель сделал наблюдение, что газы, выделяющиеся из водного раствора бромистого радия, состоят главным образом, из кислорода и водорода, но водорода в них больше, чем это следовало бы, согласно содержанию его в воде. Было интересно найти причину этого излишка. Испытание этих газов на бром и озон дало отрицательные результаты. Оказалось, что эманация разлагает воду подобным же образом. У меня явилась мысль, не выделится ли также эквивалентное водороду количество какого-нибудь металла, как это происходит при электролизе раствора сернокислой меди? Чтобы узнать это, я подверг такой раствор в колбочке воздействию эманации. Результат получился совершенно неожиданный: металлическая медь, правда, не выделилась, но зато раствор после того, как растворенная медь была удалена, дал при испарении небольшой остаток, в котором мы констатировали спектр лития. Мы так были изумлены, что нашли необходимым повторить опыты с тщательно очищенной сернокислой медью. Одновременно с этим был проделан параллельный опыт с таким же раствором и в таком же стекле; все условия были в нем пунктуально повторены, с тем только отличием, что эманация не была внесена. Опыты эти были повторены трижды, и каждый раз получался тот результат, что в остатке пробы, обработанной эманацией, был литий, а в остатке пробы без эманации не было его. Стекло колбы было проверено на содержание лития и проверка дала отрицательный результат. Отсюда можно было сделать только один вывод, а именно, что одна из составных частей медной соли превратилась в литий. Так как, далее, в третьем опыте вместо сернокислой была взята азотно-кислая медь, то естественный вывод отсюда был тот, что медь и была тем веществом, которое превратилось в литий. Правда, за это же время г-жа Кюри произвела подобные же опыты с отрицательным результатом, но этому особенно удивляться не следует. За несколько лет до этого я получил около 70 куб. см. газообразного соеди-

нения бора и водорода действием хлороводорода на борно-магнелиевое соединение: последнее же было получено из магнелии и треокиси бора. Соединение было подвергнуто анализу и дало состав ВН; из плотности газа его была получена молекулярная формула его B_2H_4 . Я повторил этот опыт, не преувеличивая, по меньшей мере, 25 раз, чтобы получить это вещество еще раз, но мне ни разу не удалось снова найти требуемые условия. Была испробована борная кислота всевозможного происхождения, были испробованы всевозможные изменения температуры, всевозможные пропорции треокиси бора и магнелии, продолжительности нагревания и т. д., — все без осязательного результата: ни в одном случае не удалось мне получить больше какой-нибудь пары куб. см. требуемого газа. Что этот газ может быть получен, не подлежит ни малейшему сомнению: мне только не удавалось снова найти те условия, которые случайно были найдены в первом опыте. Что касается превращения меди в литий, то следует указать на то, что вес минимального остатка от раствора медной соли, обработанного эманацией, был гораздо больше, чем от раствора, необработанного ею: обнаруживал он также блестящий спектр натрия. Таким образом, возможно, по меньшей мере, то, что медь была «перестроена» в низшие члены своего ряда.

Мы сообщили уже выше, что эманация разлагает воду. Подвергнув образовавшиеся газы исследованию на гелий, я, к своему изумлению, нашел тут же сравнительно большое количество неона (судя по яркости его спектра). И неактивный остаток газа, полученный обработкой раствора меди эманацией, дал только спектр аргона, без спектра гелия.

Огромное количество энергии, связанное с распадением радия, может быть вычислено из теплоты соединений радия; согласно вычислениям Рутерфорда, оно в три с половиной милл. раз больше той энергии, которую освобождает при взрыве равное количество гремучего газа. Успех дальнейших открытий был в значительной мере связан с концентрацией энергии. Только благодаря концентрации энергии его большой батареей на небольшом кусочке влажного едкого кали, Дэви в свое время удалось открыть металлы калий. Не естественно ли допустить, что, если заставить такое неслыханное количество энергии действовать на ионы меди, то эти последние могут подвергаться превращениям? Но я не хочу дольше останавливаться на этом вопросе, ибо он теперь подвергается дальнейшему исследованию.

В ноябре 1904 г. я получил весьма обрадовавшее меня известие, что мне присуждена Нобелевская премия по химии. В декабре того же года моя жена и я присутствовали на раздаче премий и встретили самый радушный прием. Особенно мило было то, что одновременно с этим мой прежний сотрудник, лорд Рэлей, получил премию по физике.

В 1905—1906 г.г. эманация из моих запасов радия, которые к тому времени значительно увеличились, употреблялась, главным образом, для изучения ее действия при болезни рака. Под руководством Ландера Брентона, доктор Бешфорд с положительным успехом проделывал опыты впрыскивания водных растворов эманации больным раком мышам. Один случай несомненного рака после двукратной операции был излечен с успехом после впрыскиваний в течение 18 недель водного раствора эманации от 50 мг. радия. Я считал своей обязанностью всеми силами поддерживать дальнейшие исследования в этом направлении. Но из десяти пациентов, которые с тех пор были подвергнуты тому же лечению, не получил исцеления ни один. В некоторых случаях пользовавшийся пациент врач полагал, что впрыскивания удлин timer жизнь пациента, да и сами больные говорили, что впрыскивания освобождают их от болей. К моему величайшему сожалению, дальнейшие опыты были оставлены, потому что казалось безнадежным найти в инъекциях эманации радия средство против рака. Полученные результаты не были еще обнародованы никогда, и я надеюсь, что и это краткое сообщение не остановит других от дальнейших исчерпывающих опытов для изучения действия радия на эту страшную болезнь. Что не удалось найти одному, может быть, удастся найти другому.

Когда я опять получил возможность пользоваться моими запасами радия, было приступлено к новым опытам: был получен спектр эманации и более точно определен объем выделившихся количеств эманации. Действие эманации на некоторые часто встречающиеся вещества, как аммиак и хлороводород, наблюдалось при содействии Александра Камерона, и в настоящее время продолжают дальнейшие опыты в том же направлении.

В течение последних двух лет я имел честь состоять президентом Химического Общества в Лондоне. Содержанием моей речи в 1905 году я выбрал тему: Электрон, как элемент. В своей фарадеевской лекции 1887 г. Гельмгольц указывал на то, что каждый атом элемента какого-нибудь электролита, выделяющийся на полюсах, носит одну

или несколько единиц электрического заряда. Сославшись на эту лекцию, я упомянул о предложении Нернста обозначать положительные и отрицательные заряды особыми символами, так что можно принять, что они так же вступают в химические соединения или выступают из них, как это делают обыкновенные одноатомные элементы. Развивая ту же мысль, я указал на то, что за последние годы было доказано, что частички отрицательного электричества или электроны имеют независимое существование. Поэтому, положительный ион есть элемент или группа, потерявшая электрон, который с своей стороны вошел в соединение с каким-нибудь элементом или с какой-нибудь группой, зарядившимися вследствие этого отрицательно. Поэтому, можно рассматривать электроды батареи, как род электрического насоса, извлекающего из электролита электроны или насасывающего их в него. Я вполне убежден, что для правильного истолкования химических актов придется принять эту или подобную ей гипотезу.

Заканчивая этим мой краткий отчет о моих работах, я хотел бы в особенности указать на великую помощь, которую я встретил со стороны моих ассистентов и студентов. Я охотно называл бы их всех, но это невозможно. Прошу, поэтому, всех, имена которых здесь не упомянуты, не думать, будто я не чувствую благодарности к ним. О работах, производившихся в моей лаборатории, я всегда говорил открыто, и той же привычки придерживается мой коллега Колли. В настоящее время профессор органической химии в колледже. Прогресс науки — вот цель, ради которой мы все работаем, и этот прогресс всецело основан на облегчении взаимных сообщений. В средние века алхимик своей скрытностью и сомнением тормозил развитие науки; основание академий в XVII столетии и обнародование их работ устранило эту темноту, которая мешала прогрессу науки. Мне возражали, что слишком свободное обращение идей наносит ущерб оригинальности, что один исследователь пользуется идеями другого и в конце концов бывает трудно решить, что собственно принадлежит лично данному исследователю в его работе. Так что же из этого? Лаборатория, какой она должна быть, есть семья, основанная на взаимной помощи и взаимном совете в целях раскрытия тайн природы. Прогресс науки и без того встречается на своем пути достаточно затруднений, зачем же создавать еще затруднения искусственные? Я не стыжусь открыто заявлять, что мне часто приходилось пользоваться идеями других. Везде, где я мог, я старался заявить об этом открыто, но

не всегда это возможно. Часто бывает и так, что существенное сохраняется в памяти, сплетаясь с совокупностью других идей, и в конце концов приносит плоды, между тем как источник забывается. Искусство открытия заключается в сочетании идей, приводящем в связь факты, между которыми до этого никакой связи не подозревали. Одни люди более одарены в этом отношении, другие менее. Хорошая память часто казалась мне скорее препятствием в таких случаях, чем помощью. Объясняется это, вероятно, тем, что существует нечто вроде подсознательной памяти, в которой сохраняются «забытые» факты и устанавливаются требуемые связи, доходящие до сознания, когда этому дается достаточный толчок.

Не мое дело перечислять здесь подробно все те бесчисленные научные отличия, которых я удостоился: их было гораздо больше, чем я заслуживал. Самое дорогое в них для меня то, что в них проявилось признание тех из моих современников, которые всего лучше могут судить о моей работе. Нет в мире большей радости, чем признание наших друзей.

В заключение я позволю себе привести слова Роберта Вояля, которые я немного видоизменил: Быть сыном таких родителей, какими были мой отец и моя мать, иметь такую подругу жизни, какой является моя жена—счастье, которое я должен признать с величайшей благодарностью, мое рождение и мой жизненный путь в такой мере соответствовали моим склонностям и намерениям, что, если бы мне был предоставлен выбор, я вряд ли изменил бы предназначение Божие».

Младенческая пора химии.

В начале мировой истории занятие наукой было делом неизвестным. Общественная жизнь была такова, что не было уверенности в завтрашнем дне, одна народность нападала на другую, и у людей оставалось слишком мало времени для занятия вещами, которые не были бы связаны с войной или охотой. Только у таких народов, которые были достаточно сильны для того, чтобы не бояться нападения соседей, и достаточно зажиточны, чтобы не быть вынужденными нападать на других ради грабежа, мы находим кое-какие попытки проникнуть в тайны природы. В некоторых странах, как, например, в Египте, жрецы — представители класса, обладавшего достаточным досугом, — несомненно достигли некоторых успехов в области естествознания, т. е. элементарной физики и химии. Побуждало их к занятию наукой отчасти, без сомнения, стремление к знанию, но отчасти также желание внушить народу большее к себе уважение. К этим познаниям присоединялось еще немалое знакомство с астрономией и математикой.

Кроме того, под гнетом практических потребностей жизни развивались и некоторые производства, именно металлургия и красильное дело, требовавшие некоторого знакомства с химией. Производства эти, однако, носили чисто ремесленный характер и развитие их шло медленно. И это неудивительно, ибо находились они большей частью в руках рабов, потому что свободные находили более для себя выгодным заниматься торговлей или посвящать себя государственным делам. В отношении развития наук современное состояние в Турции или Марокко дает некоторое приблизительное представление об условиях жизни в эпоху до начала христианского летосчисления. Несмотря на пример соседних народов, благосостояние которых в значительной своей части основано на любовном изучении наук, турки и мавры обнаруживают полное отсутствие интереса к ним. Тем меньше надежды на то, что подобные народы способны

обнаружить особое рвение к самостоятельному проникновению в тайны природы.

При всем том появлялись от времени до времени отдельные лица, у которых мелкие повседневные заботы не заглушали потребности в решении вопросов более общего характера. Как возник мир? Из чего он состоит? Какова будет его конечная судьба? Эти и подобные им вопросы мучили их, как они мучат нас, и история научных открытий начинается попытками ответить на подобного рода вопросы. Но многим народам жрецы их внушали, что безбожно ставить подобного рода вопросы. Только в ту эпоху древней греческой культуры, когда национальная мифология перестала уже удовлетворять лучшие умы, появляются первые серьезные попытки подойти к таким основным проблемам. Но даже у греков мы находим явную неохоту задумываться над вещами, которые мало как будто или даже вовсе человека не касаются. Даже Сократ, один из величайших их мыслителей, учил, что нелепо пренебрегать вещами, которые людей непосредственно касаются, ради тех вещей внешнего характера. Платон, записавший изречения Сократа, писал в седьмой книге своей «Республики»: «Мы хотим с помощью проблем изучить астрономию, как мы изучаем геометрию; если же мы хотим изучить истинную природу астрономии, то мы должны оставить без внимания небесные тела». И в другом месте он доказывает, что если бы мы даже могли познать эти вещи, мы не могли бы ни изменить пути планет, ни воспользоваться нашими познаниями для блага человечества. В Тимее Платон замечает: «Один Бог обладает и знанием, и силой для того, чтобы связать многое в одно, как и для того, чтобы разложить единое на многое. Но ни один смертный не в состоянии и не будет в состоянии никогда сделать одно или другое»...

Ту же привычку удовлетворяться несовершенными наблюдениями и делать выводы из недостаточных предпосылок, мы находим и в средние века. В наши дни, когда известное знакомство с научными методами мышления или с научными фактами—явление почти общераспространенное, трудно представить себе духовное развитие наших предков даже таких, которые тратили известное время и, может быть, даже некоторые духовные силы на решение таких проблем), удовлетворяющихся ответами того времени на элементарные вопросы. Рассмотрим некоторые из этих ответов.

На вопрос, из чего состоят тела, аптекарь его

величества короля Карла II, Лефебюр, ученый того времени, давал такой ответ: «Если субстанция есть тело, то она должна обладать количеством и потому должна быть делима. Тела же должны состоять или из делимых или из неделимых вещей, т. е. из точек или частей. Но тело не может состоять из точек, ибо точка неделима и не обладает количеством; она не может, поэтому, сообщать телу количество, ибо она сама его не имеет. Отсюда следует, что тела состоят из частей. Но на это можно возразить: все эти части должны быть делимы или неделимы. Если верно первое, то одна часть не может быть невозможна меньшей, ибо она может быть разделена на еще меньшие части. Если же эта самая меньшая часть с своей стороны не делима, то мы наталкиваемся на то же затруднение, ибо она не может обладать количеством и потому не может сообщить такового телу, ибо делимость есть существенное свойство всякого количества». Эта логика неоспорима, но она не двигает нас ни на шаг вперед.

Посмотрим, каковы были воззрения Du Clos, врача Людовика XIV, на причину перехода жидкостей в твердое состояние. Приведем его замечательные слова:

«Причиной перехода жидкостей в твердое состояние является, очевидно, сухость, ибо это свойство, представляющее противоположность влажности, делающей тела жидкими, может вызвать действие, противоположное тому действию, которое вызывается влажностью, именно отвердевание жидкостей». И это глубокомысленное изречение много света в разбираемый вопрос не вносит.

Наконец, еще одну цитату. Она заимствована из сочинения Жана Рея, напечатанного в 1813 году под заглавием: «Об исследовании, почему олово и свинец, стора, увеличиваются в весе». Он исходит из того общепринятого в то время тезиса, что природа боится пустоты. «Вполне установлено, что в природе нет места пустому пространству, в котором не находилось бы ничего. Нет в природе той силы, которая могла бы создать мир из ничего, и нет в ней такой силы, которая могла бы превратить его в ничто, ибо и для этого нужна была бы та же способность. Совершенно иначе обстоит дело, если бы было возможно пустое пространство, ибо если бы оно могло быть здесь, то оно могло бы быть и там, а если бы оно могло быть и здесь и там, то почему оно не могло бы быть и где-нибудь еще, почему оно не могло бы быть везде? Таким образом, мир мог бы уничтожить себя собственными своими силами, но только за Тем, Кто сумел сотворить мир, остается слава определить его разрушение».

Но изучая древнюю историю химии, нам не следует забывать двух вещей: во-первых, многие факты, которые в настоящее время нам столь привычны и знакомы, в то время не были еще известны, и во-вторых, — и это особенно важно, — существует коренная разница между точкой зрения, с которой древние химики рассматривали явления природы, и той, которая нам столь привычна в настоящее время. Из приведенных выше примеров, заимствованных из сочинений, написанных вовсе не так давно, не более 6 или 7 поколений до нас, явствует, что наши прапрадедушки отличались от нас не только отсутствием фактических знаний, но и всей своей точкой зрения, с которой они рассматривали наблюдаемые ими факты. Поэтому, до известной степени трудно для нас снова найти эту точку зрения их и усвоить их метод мышления. Тем не менее, мы должны попытаться это сделать, если мы хотим познать, как развивалась наша наука.

Дело в том, что прогрессе наук химических есть часть прогресса человеческого мышления вообще. Идеи того времени вращались в определенных направлениях, представляя собой спекулятивные умозрения относительно природы материи; эти же умозрения были весьма разнообразны, ибо возможны следующие три вопроса: Какие формы может принимать материя? Каково внутреннее строение материи? Какие изменения испытывает материя? Эти три вопроса были и для древних в такой же мере основными, в какой они являются для нас, и в настоящих очерках мы попытаемся дать читателю представление об истории этих трех рядов идей. Ниже мы увидим, что современное наше знание дает нам возможность при помощи известных гипотез объединить эти три ряда идей воедино, но до определенного пункта будет лучше рассматривать каждый из них в отдельности.

Элементы.

В древности слово «элемент» имело совсем другое значение, чем то, которое мы ему придаем в настоящее время. Или вернее, оно имело два различных значения, которые часто смешивались. Предполагаемое происхождение этого слова указывает на одно из этих значений, именно на то, какое мы обыкновенно придаем этому слову, ибо как Л, М и Н суть составные части алфавита, так элемент рассматривался, как составная часть веществ. Но из употребления этого слова у древних явствует как будто, что элемент часто рассматривался также, как с в о й с т в о материи; оче-

видно, принималось, что изменением свойств или — говоря словами тех древних авторов — прибавлением к веществу большего или меньшего количества того или другого элемента это вещество может быть превращено в другое, совершенно различное вещество. Иллюстрации того и другого понимания слова «элемент» мы приведем ниже.

Первоначальную мысль об элементах греки заимствовали, вероятно, у индусов. Согласно учению Будды, элементов всего шесть: земля, вода, воздух, огонь, эфир и сознание. Эмпедокл из Агригента, живший около 440 г. до Р. Х., перечисляет только первые четыре, и возник спор о том, какой из них следует признать первичным элементом, из которого произошли остальные. Ибо даже в ту отдаленную эпоху мысль человеческая развилась до представления об единстве материи. Фалес утверждал, что вода есть этот первичный элемент. Анаксимен полагал, что это воздух или огонь, а Аристотель рассматривал различные элементы не как различные виды материи, а как различные свойства, присущие одной материи. Платон же рассматривал элементы, как различные вещества, ибо он вкладывает в уста Тимея следующие слова: «Прежде всего то, что мы в настоящее время называем водой, застывши, превращается в камень и землю, как это представляется нашему глазу (здесь, повидимому, намек на горный хрусталь, который в то время рассматривался, как окаменевший лед); когда же этот элемент расплавляется и рассеивается, то переходит в пары и огонь. Когда воздух воспламеняется, он переходит в огонь и, наоборот, огонь, если он сгущается и угасает, превращается в воздух; далее, воздух, когда он собирается и сгущается, образует облака и пары; когда эти последние еще более сгущаются, то они образуют жидкую воду; вода же, в свою очередь, образует камень и землю, и так превращение одного вещества в другое образует круговорот».

Аристотель приписывал своим элементам четыре свойства и именно по два каждому отдельному элементу. Так, землю он называл холодной и сухой, воду — холодной и влажной, воздух — теплым и влажным и огонь теплым и сухим. Далее, Аристотель принимал существование еще одного, пятого элемента, который сопутствует другим. Он называл его *Hyle*. По латыни этот элемент был назван *Quinta essentia*, и жившие позже алхимики приписывали ему чрезвычайно важное значение, принимая, что он проникает весь мир. Непрестанные старания алхимиков найти «квинт-эссенцию» находили всегда сильный толчок в том

взгляде, будто открытие ее делает возможными все превращения. Однако, слово «химия» во времена Аристотеля, насколько мы знаем, не было еще известно. Утверждают, что оно встречается в греческой рукописи Зосимы, жителя египетского города Панаполиса, писавшего в V столетии. Оно означает, повидимому, искусство готовить серебро и золото, ибо Скалигер приводит заглавие этого сочинения так: «Истинное описание священного и божественного искусства делать серебро и золото». Бертелло, подробно изучавший древние греческие, латинские, арабские и сирийские манускрипты, относящиеся к первоначальной истории химии, принимает, что источником попыток превращения металлов являются не какие-либо философские понятия о природе элементов, а попытки золотых дел мастеров того времени надуть своих клиентов, всучив им малоценный материал вместо серебра и золота. Один из древнейших относящихся сюда манускриптов относится к III столетию и сохраняется в городе Лейдене, в Голландии. Он был найден в одной могиле в Фивах в 1828 г. Это — грубое и безграмотное собрание рецептов для обработки металлов, где часто упоминается один сплав меди и цинка, до известной степени напоминающий золото. Рукопись эта избежала, повидимому, судьбы, постигшей большинство египетских рукописей того времени. Император Диоклетиан приказал, чтобы все манускрипты алхимиков были преданы огню для того, «чтобы египтяне не разбогатели от этого искусства (делать серебро и золото) и не воспользовались бы своими средствами для восстания против Рима».

Итак, мысль о превращении одних веществ в другие, не обязана своим происхождением таким теоретическим представлениям, каковы представления Аристотеля о единстве материи и о возможности превращения ее путем изменения ее свойств или — выражаясь языком того времени — путем прибавления большого или меньшего количества того или другого элемента. Но алхимики, не задумываясь, пользовались теорией Аристотеля для своих целей. И в течение многих столетий, вплоть даже до наших дней, находились всегда люди, посвящавшие всю свою жизнь решению этой задачи.

Одновременно с этим существовал взгляд, будто есть какая-то мистическая связь между металлами и планетами. Исходил этот взгляд от халдеев. Золото было солнце, серебро — луна, а олово и впоследствии ртуть были связаны с Меркурием. Употреблявшееся в битвах железо имело родственную связь с красноватым Марсом; электрон, сплав

золота и серебра, а впоследствии олово соединялись с Юпитером, а серый и тяжелый свинец—с медленно движущимся Сатурном. Этими аналогиями пользовались для составления гороскопов и предсказания будущего тем, которые были достаточно богаты и легковверны, чтобы обращаться за помощью к астрологам.

Во время господства этих фантастических воззрений существовали некоторые такие производства, для которых требовалось известное знакомство с химическими процессами. Мы упомянем о них ниже, здесь же заметим, что спекулятивные умозрения не определялись стремлением к объяснению этих химических превращений, а развивались собственным своим путем, мало соображаясь с фактами опыта.

Завоевание Египта арабами в VII столетии на время прекратило жизнь александрийской ученой школы, куда стекались для обсуждения различных проблем представители всех народов. Но дух греко-египетской культуры оказался слишком сильным даже для фанатизма последователей Магомета: завоеватели были в свою очередь покорены и зародилась арабская школа наук, в которой нашли дальнейшее развитие традиции, унаследованные от греков. До недавнего времени существовало мнение, что латинские произведения, которые выдавались за переводы с арабского языка от VIII и последующих столетий, суть лишь переводы древних арабских авторов. В действительности же, как доказал Бертелло, значительная часть их представляет собой подделки, имеющие с оригиналами весьма мало сходства. Так, книга, изданная в 1529 и представляющая будто бы перевод произведений Гебера, оказалась совершенно отличной от арабских произведений действительного Гебера. Гебер жил в девятом веке. Его замечание относительно алхимии обнаруживает сильный и здравый ум. Он выражается следующим образом: «Я видел, что люди, занимающиеся попытками приготовления золота и серебра, совершенно невежественны и работают по ложным методам. Я понял, что они состоят из двух классов людей: обманщиков и обманутих. Оба класса возбуждают жалость».

При всем том около этого времени классификация элементов Аристотеля была расширена. Эта более широкая классификация сохранилась до начала XVIII столетия. Обаяна она своим происхождением, очевидно, потребности в объяснении свойств металлов и их изменений при нагревании. Были присоединены следующие «начала», как они тогда назывались: соль, сера и ртуть. Так мы читаем,

что благородные металлы содержат «очень чистую ртуть», что, повидимому, означает, что они имеют более сильный металлический блеск, между тем как простые металлы, как медь и железо, содержат «плохую серу», так как они легко изменяются на огне, теряя свой металлический вид и превращаясь в черные шлаки. Впоследствии число этих «начал» увеличилось до пяти с присоединением флегмы и земли. Приводились фантастические аналогии между Божественной Троицей, Отцом, Сыном и Духом Святым и первыми тремя началами, или телом, душою и духом. Постоянно делались попытки достичь при помощи подобного рода аналогий тех или других внушений. Так, улетучивание ртути или спирта, как она иногда называлась, сравнивалось с вознесением Христа. Глупостям и нелепостям алхимиков не было, повидимому, предела. Реестр их процессов или операций нам сообщен George Ripley, жившим и писавшим около 1471 г.

Операции этих было 12 и описание их автор дал в стихах¹⁾. Стихи эти естественно не поддаются переводу и потому мы здесь приведем только название операций, поместив оригинальный текст в примечании. Операции эти суть:

1. Кальцинация; 2. Диссолюция. 3. Сепарация; 4. Конъюнкция; 5. Путрефакция; 6. Конгеляция; 7. Кибация; 8. Сублимация; 9. Ферментация; 10. Экзальтация; 11. Мультипликация; 12. Проекция.

Главы изложены слишком спутанно и беспорядочно, так что никакой ясной мысли из этого потока выудить нельзя. Ибо одним из принципов символа веры алхимиков было, что тайны их слишком драгоценны, чтобы они могли быть открыты простому народу. «Философы поклялись этого никогда не называть людям, не записывать этого в какую-

¹⁾ «The fyrst Chapter shalbe of naturall Calcination;
The second of Dyssofution secret and phylosophycall;
The third of our Elemental Separation;
The fourth of Coniunction matrymanyall;
The fifth of Putrefaction then followe shall;
Of Congelation albyfyficate shall be the Syxt.
Then of Cybation the seaventh shall follow next;
The secret of our Sublymation the eyght shall shaw;
The nyynth shalle be of Fermentation
The tenth of our Exaltation I trow;
The eleventh of our mervelouse Multiplycation;
The twelfth of Projectyon then Recapitulatyon;
And so thys treatise shall take an end,
By the help of God, as I entend»

набудь книгу. Ибо Бог хочет, чтобы это оставалось неоткрытым, ибо Он Сам считает это слишком ценным и дорогим. Только когда это ему угодно, Он сообщает это своей Божеской милостью или не сообщает. Вот это и есть конец». Так поет Chaucer, и он говорит правду, ибо большая часть выражений алхимиков такова, что раскрыть значение их совершенно невозможно.

Зеленый лев, василиск, ихнемон, саламандра, летающий орел жаба, хвост и кровь дракона, пятнистая пантера, вороний клюв, синее, как олово, король и королева, красный жених и лилейная невеста и множество других мистических выражений образуют какой-то, неподдающийся выяснению, хаос терминов, которые для адептов алхимии несомненно имели известное значение.

Кроме этих фантастических выражений, при помощи которых они скрывали свои тайны от взоров профанов, алхимики пользовались еще известными знаками, заимствованными, вероятно, из халдейского или египетского алфавита, которыми они символизировали свои вещества и многие процессы. В то время как существеннейшей целью современной науки является ясность, у алхимиков таковой целью были двусмысленность и тайна. В некоторых отдельных случаях им настолько удалось скрыть свои тайны, что даже современной науке не удается разгадать их. Остается нам единственное утешение—напоминающее, правда, утешение лисицы из басни «Лисица и Виноград»—а именно, что разгадка вряд ли стоит труда, по меньшей мере, поскольку дело касается людей, располагающих данными современной науки. Везде, где удавалось расшифровать их описание, находили указание на весьма мало пригодные методы для изготовления—достаточно несовершенного—вещей, которые мы в настоящее время умеем делать гораздо легче и быстрее. Как мы указывали уже, теория их элементов была ошибочна; кроме того, они знали очень мало чистых веществ и не обладали никаким критерием чистоты для тех, которые они знали; была им также неизвестна газообразная форма материи.

При всем том бесконечные эксперименты, предпринимаемые с целью получения философского камня, при помощи которого можно было бы превращать неблагородные металлы в золото, и жизненного эликсира, который мог бы доставить неувядающую молодость его счастливому обладателю, привели к открытию многочисленных химических соединений. В сочинениях Василия Валецкина, который был, как предполагают, бенедиктинским монахом

жившим на юге Германии во вторую половину XV столетия¹⁾, мы находим описание многочисленных веществ, известных нам в настоящее время, как химические индивиды, как и методы для их приготовления. В трактате «О великом камне древнейших мудрецов» он дает подробное описание свойств обыкновенной серы, ртути (с указаниями целебных свойств ее соединений), сернистой сурьмы, которая, по его мнению, содержит много ртути, много серы, но мало соли. Далее, мы находим здесь описание медной воды (раствора серно-кислой меди), «*lima rotabilis*» или раствора азотно-кислого серебра, негашеной извести, мышьяковистой кислоты и селитры. Последнюю автор заставляет рассказать собственную историю: «Два элемента содержатся во мне в изобилии, огонь и воздух; в меньшем количестве я содержа воду и землю; вот почему я похожа на огонь, горяча и летуча. Ибо, во мне живет тонкий дух, я всего более похожа на ртуть, снаружи холодна, а внутри горяча. Главный мой враг обыкновенная сера и тем не менее она мой величайший друг, ибо с ее помощью я становлюсь чище и товьше». Нашатырь, вишней камень, уксус и в особенности многочисленные соединения сурьмы мы тоже находим описанными у того же автора в его сочинении: «Триумфальная колесница сурьмы». В этих сочинениях часто встречается замечание, что некоторые из описанных веществ обладают целебными свойствами. Ученики его, среди которых наиболее известен Парацельс, развили эту часть его учения. Несмотря на обширные свои познания, он сохранил веру в превращение веществ; к элементам Гебера и его учеников он присоединил «соль» или, как он ее называл, «философскую соль». Это — та составная часть веществ, которая сообщает им постоянство и которая остается после того, как летучая сера и ртуть выделяются огнем.

В первой половине XVI столетия Парацельс развил воззрение Василия Валентина и осуществил их, основав школу «ятрохимиков», т. е. исследователей, усматривавших главную цель химии не в превращении металлов, а в применении химических веществ для медицинских целей. Парацельс, впрочем, был сторонником теории трех основных начал, но применял их к человеческому телу, которое, по его мнению, состояло из этих начал; болезнь состояла в отсутствии одного из них и могла быть исцелена сообщением его. Слишком много серы, учил он,

¹⁾ Сочинения, подписанные этим именем, в настоящее время рассматриваются, как подделки позднейшего времени (Фостальд).

причиняет лихорадку и чуму, слишком много ртути—паралич и подавленное настроение, слишком много соли—поное и водянку. Недостаток серы вызывает будто бы подагру; если она переходит из одного органа в другой, то она вызывает бред. Таких фантастических теорий у него не мало. Одной из самых фантастических является допущение некоего благодетельного духа, Архея, живущего в желудке и руководящего функцией питания. Но все эти взгляды значительного влияния на развитие химии не оказали. Во всяком случае учение Парацельса имели одно благотворное действие: они направили внимание на одну очень важную отрасль химической науки, именно, на фармацевтические применения ее. И с того времени, вплоть до середины XIX столетия, многие из известнейших химиков прошли медицинскую школу и значительное число открытий по химии исходит от врачей.

Начиная с XVII столетия, алхимики оказывали лишь мало влияния на развитие химии. Тем не менее они продолжали свои бесплодные исследования. Возможность превращения веществ с давних пор находилась в связи с умозрениями относительно единства материи. И хотя до настоящего времени можно привести лишь мало доказательств в пользу того взгляда, что все вещества в конце концов состоят из одной материи, тем не менее история нашей науки богата многочисленными сообщениями о попытках осуществления этих превращений в действительности. Такая попытка была в недавнее время сделана Самуэлем Броуном. Он утверждает, что он получил кремний из парациана, вещества, содержащего только углерод и азот. Последующим исследователям не удалось, однако, подтвердить полученные им результаты. Нет ни малейших сомнений в честности Броуна. Тем не менее единственный вывод, который можно отсюда сделать, сводится к тому, что он не был достаточно осторожен, чтобы оградить свой материал от примеси кремния. Тайные общества существуют и в настоящее время во Франции, каковы «Орден Розенкрейцеров» или «Алхимическое Общество Франции»; последнее есть преемник «Герметического Общества». Одним из последних исследований алхимиков было исследование Теодора Тиффрана. В 1896 г. он сообщил, что, подвергая металлический алюминий с азотной кислотой в герметически закрытых стеклянных трубках действию солнечных лучей в течение двух месяцев, он получил такие соединения углерода, как эфир и уксусная кислота. Но на первом плане продолжают еще стоять попытки делать зо-

лого. Август Стриндберг утверждает, будто он получил «несовершенное» золото из серноаммонийножелезистой соли, а еще позже Эмменс, не желающий, впрочем, называть себя алхимиком, утверждал, что ему удалось превратить мексиканские серебряные доллары в золото или точнее увеличить небольшое количество золота, которое в них содержится, тем, что, сильно охладив металл, он обрабатывал его молотом. Есть основание допустить, что существует неизвестный еще элемент, похожий и на серебро и на золото. Эмменс уверяет, что получил этот элемент, который он называет аргентаурумом, и дальнейшим процессом превратил его в золото. Утверждает он также, что Уильям Крукс доказал, что после обработки по его методу количество золота, содержащееся в мексиканском серебряном долларе, действительно несколько увеличилось, хотя и очень мало.

Мы выше уже видели, что с древнейших времен принималось, будто существует четыре элемента, именно земля, вода, воздух и огонь. Рядом с этим существовали три химических или «гипостатических» принципа или начала, именно — ртуть, сера и соль. Несмотря на опровержение этих воззрений Робертом Бойлем, с чем мы познакомимся ниже, они сохранились до середины XVIII столетия, повторяясь во всех учебниках. В «химии» Макера, учебнике, в свое время весьма распространенном, мы находим следующее описание старых элементов (1768). «Воздух есть та жидкость, которой мы постоянно дышим и которая окружает всю поверхность земного шара. Так как она обладает тяжестью, подобно всем другим телам, то она проникает во все места, которые не абсолютно недоступны или не заняты другими телами, более тяжелыми, чем сам воздух. Главное его свойство заключается в том, что он способен к разрежению и сгущению, так что одно и то же количество воздуха может занимать, смотря по своему состоянию, и гораздо большее и гораздо меньшее пространство. Жар или холод или, если угодно, присутствие или отсутствие частиц огня — суть самые существенные причины, как и мера его сгущения или разрежения: если известное количество воздуха нагревается, то объем его возрастает пропорционально степени нагревания, которому оно подвергается; вследствие этого в том же пространстве содержится меньше частичек, чем раньше»... «Воздух входит в состав многих веществ и именно тел растений и животных; при полном анализе большинства этих последних выделяется столь большое количество воздуха, что некоторые естество-



испытатели утверждали, будто он совершенно теряет свою упругость, когда он в связи с другими началами входит в состав тел».

После описания некоторых физических свойств воды Макер продолжает: «Вода входит в состав многих тел, как сложных, так и вторичных начал, но, подобно воздуху, она, повидимому, не входит в состав всех металлов и большинства минералов. Ибо, хотя в недрах земли имеется огромное количество воды, смачивающей содержимое земли, тем не менее отсюда не следует, что вода есть один из начал минералов. Она находится только между их частями, ибо они могут быть совершенно освобождены от нее, не обнаруживая признаков разложения; поэтому, вода не способна вполне с ними соединиться».

О земле он говорит: «Мы заметили уже, что оба рассмотренные до сих пор начала летучи; это значит, что действием огня они отделяются от тел, в состав которых они входят, и рассеиваются. Начало же, о котором мы теперь хотим говорить, именно земля, стойко и в высшей степени огнеупорно, если оно совершенно чисто. Поэтому, то, что остается от тела, подверженного сильнейшему действию огня, следует рассматривать, как его земное начало, и оно состоит главным образом из него... Таким образом, земля в собственном смысле есть стойкое начало, сохраняющееся в огне». Далее, он переходит к установлению различий между землями, поддающимися расплавлению и превращению в стекло, и землями, этому не поддающимися; последние он называет также поглощающими землями, в виду их способности впитывать воду.

Воззрения его относительно огня таковы: «Материя солнца или света, флогистон, огонь, сернистое начало, горючая материя—все это названия, которыми наделяется обыкновенно элемент огня. При всем том точное различие различных состояний, в которых он находится, не достигнуто еще, т. е. не установлено различие между явлениями огня, входящего в качестве основного начала в состав веществ, и между теми явлениями, которые он обнаруживает, когда он существует отдельно и обладает природными своими свойствами. В последнем состоянии мы вправе называть его материей солнца, света и огня и рассматривать его, как вещество, состоящее из бесконечно маленьких частиц, находящихся постоянно в чрезвычайно быстром движении; он имеет, поэтому, существенные свойства жидкости... Наибольшие изменения тел, которые вызывает его присутствие или отсутствие, сводятся к тому, что тела становятся

жидкими или твердыми; поэтому, все другие тела можно рассматривать, как субстанциально твердые. Сам огонь по существу своему жидок и есть начало жидкости в других телах. С этой точки зрения можно допустить, что даже воздух мог бы стать твердым, если бы его удалось совсем освободить от огня, который в нем содержится, подобно тому, как самые твердые тела становятся жидкими, если в них проникает достаточное количество частичек огня». —

В приведенных выше строках мы попытались показать, как рассматривался окружающий нас мир. Люди принимали за истину то, что им говорили, и были довольны. Более того, считали неуместным слишком много задумываться над тайнами, которые нас окружают. В весьма большом мочете была традиция, и знаменитое имя и личный характер человека, защищавшего определенное учение, имели гораздо больше веса, чем доказательство внутренней вероятности самого учения.

Этот дух далеко еще не стал исключительным достоянием прошлого; род человеческий в огромном своем большинстве удовлетворяется знаниями из вторых рук. Уместно поставить вопрос: стоит ли вообще приобретать такие познания? Мы вовсе не хотим оказать, что каждый человек должен сам исследовать все явления природы; само собою разумеется, что это дело невозможное. Но возможно, по меньшей мере, следующее: необходимо постараться, чтобы каждый ребенок понял, хотя бы и самым элементарным образом, каким путем из наблюдений и опыта были достигнуты полезные заключения, ибо только таким образом можно до известной степени, по крайней мере, освободиться от рабства перед интеллектуальными авторитетами.

Великие лондонские химики.

И. Бойль и Кэвэндиш.

Страна и народ, превосходящие другие в деле изучения химии, будут и первыми по богатству и общему благосостоянию. Ибо знание химии находится в столь тесной связи с разлитием всех родов промышленности, с успешной борьбой с болезнями и с превосходством в военном деле, что оно составляет наиболее необходимое и существенное условие богатой, здоровой и любящей мир нации. Электротехник зависит от химика, который доставляет ему железо, необходимое для постройки динамо-машины. Инженер-машиностроитель получает от него материалы, из которых он строит свои машины. Мойка, беление и окраска тканей, из которых мы делаем свои одежды, приготовление бумаги, на которой мы пишем, и чернил, которые нам для этого нужны, добывание наших питательных материалов и удаление из наших домов всех отбросов, изготовление медицинских средств, как и взрывчатых веществ, необходимых в настоящее время для ведения войны — все это дело химика, и без него мы вернулись бы к полу-варварскому состоянию наших предков.

При этом не следует забывать, что мы далеки еще от совершенства. Ни один процесс не развит настолько, чтобы он не мог быть подвергнут значительным улучшениям. Наука не знает конца, и то, что сегодня представляет собой лишь научный курьез, может завтра составить существенную часть важной отрасли промышленности. Такова одна причина необходимости изучения химии, но причина, на мой взгляд, вовсе не важнейшая. Расширять пределы человеческих познаний и тем воздать должное нашему Творцу, есть, без сомнения, цель еще гораздо более достойная наших стремлений. Приведу здесь слова Френсиса Бекона, которые Чарльз Дарвин выбрал эпиграфом к своей книге «О происхождении видов»: «Итак, пусть

никто, прикрываясь притворной трезвостью ума или неуместной воздержанностью суждения не позволит себе думать, что человек может слишком далеко заходить в своих научных исследованиях или оказаться слишком сведущим в книге ли слова Божия или в книге дел Божиих, в богословии или философии; но пусть лучшие люди стремятся к бесконечному совершенствованию в обеих областях. При всем том, надежда на славу и успех будут и в настоящее время, как и раньше, более сильными стимулами к работе для человека среднего, и мы не должны относиться с презрением к этим стимулам, ибо они тоже приближают к преследуемой цели, если только сами мотивы, которыми люди при этом руководствуются, не низменного характера.

Кто изучает науку с вполне определенной, сознательной целью приобрести богатство и славу, тот почти никогда не достигает ни того, ни другого. Царь Соломон обратился к Богу с просьбой: «дай мне, Боже, мудрость и знание». И он получил ответ: «мудрость и знание да будут тебе в удел, но Я дам тебе еще и богатство, и сокровища, и почести». Использовать науку для приобретения богатства редко удается, и причина этого весьма проста. Она заключается в том печальном факте, что человек, к сожалению, не может быть всезнающим. Никто не может, приступая к какому-нибудь исследованию, предсказать, к чему оно приведет. Если к делу приступлено, как следует, то исследование, несомненно, приведет к каким-либо познаниям. Но способны ли будут эти последние принести богатство и славу, никто заранее не знает. Правда, бывают и такие исследования, в которых преследуется вполне определенная цель и которые приводят к соответствующему результату. Так, мы ниже увидим, как открытие принципов горения пламени привело к открытию безопасной лампы, сделанному Гэмфри Дэви. Но химики, приобретшие бессмертную славу, стремились обыкновенно к более благородной цели, именно к увеличению человеческих знаний. Я позволю себе познакомить вас несколько с судьбой некоторых из них, более или менее тесно связанных с Лондоном. Пусть пример их жизни послужит путеводной звездой для тех среди нас, которые захотели бы следовать за ними, хотя бы на большом отдалении!

В былое время науки в современном смысле этого слова не было. Большинство людей, бывших свободными от рабства непрестанной работы, знали одну только работу — войну или занятие государственными делами — и одно только

отдохновение — охоту. Те же, которых по характеру их ума и души занятие такими вещами не привлекало, занимались историей, поэзией, обсуждением философских и религиозных вопросов. Правда, некоторые из них занимались еще спекулятивными умозрениями о природе мира, в котором мы живем; но мысли их были более сосредоточены на том, каким мир должен был бы быть, чем на том, каков он есть в действительности. Современная мысль более скромна. Нам уже не кажется, что мы обладаем достаточной творческой силой, чтоб конструировать систему мироздания. Мы довольны, когда нам удастся, хотя бы в самых скромных размерах, изучить природу, и мы призываем на помощь опыт в качестве средства допросить природу. Мы охотно делимся нашими познаниями с другими людьми и со своей стороны рассчитываем на их помощь и ждем их критики. В древности везде и повсюду были тайны, ими были окутаны сокровища, которые казались слишком ценными для того, чтобы покров тайны мог быть снят перед простым народом. Говоря словами Самуэля Бруна, «в те дни металлы были солнцами и лунами, королями и королевами, красными женихами и лилейными невестами. Золото было Аполлоном, солнцем, небесного купола, серебро — Дианой, прекрасным месяцем в его безостановочном беге, тонкими насмешками по небесному лесу; ртуть была Меркурием с его крылышками, гонцом богов, воспламенившимся на вершине холма, которую лобзает небо; железо было красным Марсом в полном вооружении; свинец был Сатурном с тяжелыми веками, неподвижным, как камень в заросшем лесу материальных форм; олово было Diabolus metallorum, истинный дьявол металлов и т. д. и т. д. в многозначительной мистике.

«Здесь были летающие птицы, зеленые драконы и красные львы. Были девственные источники, королевские бани и воды жизни. Были соли мудрости и духовные эссенции, столь тонкие и летучие, что капли, спадая с края чудесного фиала, в котором они хранились, не достигали земли. Были здесь порошки любви, которые привлекали к их счастливому обладателю все сердца, как мужчин, так и женщин. И, наконец, здесь был альягест, универсальный растворитель и *non me tangere* (не тронь меня) всех эссенций. Здесь был великий эликсир, доставлявший бессмертие и юность счастливому обладателю, который был настолько чист и храбр, что он мог лобзать и проглотить золотое пламя, окружавшее кубок жизни, — счастливый Эндимион новой мифологии. Здесь был философский камень и камень

мудрецов. Первый был искусство и практика, а второй—теория и идея превращения простых металлов в благородные—теория и практика, возвышения и облагораживания. Философский камень был моложе элементов, но тем не менее достаточно было одного прикосновения к нему, чтобы грубейшая известь, покраснев, превратилась в чистейшее золото. Камень мудрецов был перворождённым среди всех вещей и старше короля металлов.—Одним словом, то была беспорядочная смесь из немногих, с трудом добытых фактов природы, из множества традиционных процессов и результатов, из немногих, вполне правильных аналогий, множества весьма фантастичных понятий, из одной—двух весьма глубоких, но неприменимых идей, тумана философского мистицизма и подпочвы самого горячего религиозного настроения».

Подобного рода понятий господствовали в головах философов, как они любили себя называть, вплоть до середины XVII столетия. Между тем однако родился метод допрашивать природу и скоро привнес свои плоды. Если эти понятия об элементах и субстанциальных формах продолжали жить и гораздо позже и не исчезли совсем даже и в наше стоящее время, то первый тяжёлый удар они все же получили именно в то время. То была первая атака на них в борьбе, в которой им суждено было погибнуть.

Этот удар был нанесён Бойлем. Каким духом он был проникнут, когда бросился на вражеские ряды, всего лучше видно из собственных его слов: «Я привык рассматривать монеты, как монеты. Когда мне в руки попадает монета, я обращаю гораздо меньше внимания на имеющуюся на ней надпись, чем на то, из какого металла она сделана. Мне совершенно безразлично, вычеканена ли она много лет или столетий тому назад, или она только вчера оставила монетный двор. Столь же мало я обращаю внимания на то, прошла ли она до меня через много или мало рук, если я только на своем пробирном камне убедился, настоящая ли она или фальшивая, достойна ли она быть в обращении или нет. Если после тщательного исследования я нахожу, что она хороша, то тот факт, что она долгое время и многими принималась за настоящую, не заставит меня отвергнуть ее. Если же я нахожу, что она фальшивая, то ни изображение и подпись монарха, ни возраст ее, ни число рук, через которые она прошла, не заставят меня принять ее. Если отрицательный результат от одной пробы, которой я сам подверг ее, будет иметь для меня гораздо больше значения, чем все те обманчивые вещи, которые я только что

назвал, если бы они все доказывали, что она не фальшивая».

В этом духе написана его книга «Скептик—химик, или рассуждение об экспериментах, которые приводятся обыкновенно в доказательство четырех элементов и трех химических начал в смешанных телах». В этой книге автор подвергает подробному исследованию различные теории материи, происхождение которых относится к самым отдаленным эпохам древности и которые с тех пор подверглись в своем развитии всевозможным побочным влияниям, так что ко времени Бойля они составляли огромную массу. Каждый постулат обсуждается и, если возможно, подвергается экспериментальной проверке. Если он оказывается правильным, он сохраняется, а если оказывается ложным, то отвергается.

В начале книги мы находим положение, которое с давних пор принималось за истину: *Homogenea coeque*, т. е. подобное притягивается к подобному. Бойль опровергает это положение, указывая, что две жидкости, как вода и винный спирт, будучи сходны по своей прозрачности и бесцветности и смешиваясь друг с другом во всех пропорциях, все же легко могут быть отделены друг от друга замораживанием; так как тогда вода замерзает, а винный спирт остается жидким. Здесь мы впервые сталкиваемся с экспериментом для выяснения вопроса, который с тех пор в руках Рауля дал столь неожиданно важные результаты. Другой аргумент Бойля сводится к тому, что газы и жидкости, правда, смешиваются друг с другом, но твердые тела не имеют к этому склонности и что они даже не пристают друг к другу, кроме тех случаев, в которых прилипание их может быть объяснено формой тел и соответствующим влиянием воздушного давления.

После целого ряда таких нападений Бойль переходит к рассмотрению общепринятой тогда гипотезы, по которой соль, сера и ртуть рассматривались, как элементы. Он нападает на эту гипотезу с двух сторон. Во-первых, говорит он, если все вещества состоят из соли, серы и ртути и если животные и растительные вещества содержат, как это утверждается, много ртути, мало серы и очень мало соли, то желательно показать, может ли растение образоваться из вещества, не содержащего ни одного из тех трех веществ, именно из одной воды—вещества, которое иногда называлось флегмой и относилось к элементам. Для проверки этого он взращивал тыкву в взвешенном количестве земли. Когда тыква стала достаточно большой, Бойль

доказал, что она состояла из воды, которую он выделил; далее он также доказал, что земля ничего не потеряла в весе. Показав это, он с торжеством выступает против «бульгарных спагиристов (алхимиков)» и оспаривает истинность их теории. В настоящее время мы знаем, что для того, чтобы выросла тыква, кроме элементов, содержащихся в воде, необходимо еще небольшое количество азота и углерода. Тем не менее было же гигантским шагом вперед доказать, что для этого не нужно ни ртути, ни соли, ни серы. Бойль рассматривал тыкву, как одно из превращений воды. Он цитирует de Roche'a, который утверждал, что он превращал землю в воду и обратно. Он не вполне уверен в том, что тот прав, но все же он склонен придавать известное значение его мнению.

Другая сторона его атаки направлена на доказательство того, что, так называемые, элементы не просты, а поддаются дальнейшему разложению. Что касается серы, то он указывает, что то, что химики называют серой, не всегда обнаруживает одни и те же свойства. Одно свойство действительно обнаруживается постоянно: это — горючесть вещества. Сера, следовательно, в общепринятом в то время значении этого слова, была той горючей частью, которая получается при перегонке растительных или животных веществ. Ртуть была другая часть, не смешивавшаяся с серой, но горючая и обладавшая известным вкусом. Остаток, получавшийся при сжигании, или *caput mortuum*, как он тогда назывался, была соль. В одном старом сочинении по этому вопросу соль рассматривается, как причина твердости и огнеупорности веществ; сера или масло (оба слова имели почти одно и то же значение) служили для того, чтобы делать массу тягучей; ртуть служила для того, чтобы вызвать брожение в массе и поднимать ее составные части, а земля поглощала воду, в которой была растворена соль.

Здесь мы замечаем известный поворот во взгляде на элементы. Это уже не принципы, не основные начала или абстрактные качества материи, а они существуют внутри материи и соответствующими процессами могут быть из нее извлечены. Число их было непостоянно; вода или флегма то принималась за элемент, то нет, смотря по тому, как это нужно было теоретику. Бойль ясно доказал, что элементы эти не всегда обнаруживают одни и те же свойства, что не только «философские» элементы, ртуть и сера, во всех отношениях отличаются от веществ того же имени, но даже один род, полученный перегонкой дерева, совершенно отличается от другого рода, полученного переработкой костей.

Он развивал свои доказательства далее, подвергнув дистиллаты вторичной перегонке, т. е. осуществив то, что мы в настоящее время называем фракционной или дробной перегонкой. При этом он доказал, что каждый дистиллат делится в свою очередь на разнообразные жидкости, различающиеся по своим свойствам. Тут он предвосхищает процесс, который в настоящее время осуществляется в очень большом масштабе, а именно сухую перегонку дерева, которая дает уксусную кислоту, древесный спирт и деготь.

До Бойля были известны почти только два метода исследования, именно: сжигание, или нагревание в присутствии воздуха, и перегонка, или нагревание в сосудах различной формы, называемых ретортами, охлаждение паров в трубке, называемой червяком (в Англии это название сохранилось и до настоящего времени) и собирание превратившихся в жидкость продуктов в грушеобразных сосудах, так называемых приемниках. Теплота рассматривалась, как общий разложитель всех веществ, а продукты воздействия теплоты на вещества — как элементы. Бойль подверг все это сомнению. Он спрашивал: действительно ли вещества, полученные при перегонке, содержались в том же виде в телах, которые подвергались этой перегонке, как это утверждала теория элементов. Он нашел, что при перегонке не всегда получаются одни и те же вещества в одном и том же числе, и он доказал, что сами продукты не были чистыми, элементарными веществами, а были «смесями». Он говорит: «Действительно ли существует определенное число элементов или нет, или, если угодно, все ли сложные вещества состоят из равного числа элементарных начал или составных частей? Мы не можем не усомниться в этом».

Впрочем, Бойль занимался не одним разрушением, а пытался создать и собственную свою теорию, хотя и не в систематической форме. У него было, повидимому, представление о некоторой универсальной материи, и существование разновидностей ее объяснял не наличием отдельных свойств, а формой и движением ее мельчайших частичек. Защищая это свое учение и противопоставляя его взглядам того времени, он говорит: «Я спрашиваю также, таким химическим принципам обязано своим происхождением движение, которое является же состоянием материи слишком общего характера, чтобы оно могло быть выведено из одного какого-либо из трех химических начал». В своем очерке по «истории жидкости и твердости» он с известным успехом пытается доказать, что все тела, не исключая и

тех, которые кажутся совершенно твердыми, в действительности находятся в движении. Он указывает, например, на то, что алмаз, если натереть его, светится в темноте. Приписывает он это, в полном согласии с современными нашими воззрениями, молекулярному движению. Далее, он замечает, что все тела при нагревании расширяются, и он склонен сводить намагничивание стали к движению ее мельчайших частичек. Движение и покой он кладет в основу различных свойств тел. В другом месте он высказывает предположение, что действие кислот на металлы следует приписать остроконечной форме их атомов, которые проникают между частицами металлов, более или менее круглыми, и их раз'единяют, сами становясь от этой работы более притупленными.

Трудно переоценить значение работ Бойля в области химии. Хотя он и первый стал утверждать, что химия совершенно не зависит от всех применений ее и должна рассматриваться, как часть великой области естествознания, тем не менее и практическая польза, которую принесла человечеству теоретическая и экспериментальная работа Бойля, неоценима. Только начиная с его времени могли возникнуть теории, объяснявшие рутинные методы, по которым работали в мануфактурах, и превратившие усовершенствования и открытия из игры случайности в плод научной работы. Весь прогресс современной промышленности основан на применении научных открытий, которые в свою очередь представляют собой не результаты проб и ошибок, а плод тщательного и систематического исследования. Отсюда ясно то благотворное влияние, которое оказал Бойль на развитие промышленности своим применением научных принципов.

Общезвестна также работа Бойля о давлении воздуха, в которой он доказывает, что данное количество воздуха, находясь под давлением в два фунта, занимает точно вдвое меньше пространства, чем то, которое оно занимало бы в случае давления в один фунт, но подробно останавливаться на этом мы здесь не можем. Если это утверждение не абсолютно точно, то все же оно достаточно правильно для того, чтобы оно могло быть обобщено в закон, носящий имя Бойля. Причину упругости воздуха он видит в том, что «воздух содержит большое количество упругих частиц, которые, будучи сжаты какой-нибудь другой тяжестью, стремятся постоянно к расширению и освобождению от этого давления. Так и шерсть не поддается давлению руки и уменьшению своих размеров; и она снова принимает преж-

ние размеры с удалением руки и стремится даже это сделать, когда рука еще не удалена».

На самом деле Бойль весь увлечен механическими объяснениями. Это доказывают заглавия его работ. Мы находим здесь и «механическое образование магнетизма» и «механическое образование электричества», и «механические причины осаждения из растворов», и «механическое образование едкой силы и едкости» и даже «механическое образование вкусов и цветов». Ряд заканчивается «механическим происхождением теплоты и холода». Чтобы вызвать теплоту, необходимо, чтобы «движущиеся частички были малы», что в действительности представляет собой формулировку современных воззрений на языке того времени. Разложение тел нагреванием он объясняет следующим образом: «Истинное и существенное свойство теплоты заключается, повидимому, в том, что она приводит в движение частицы материи и тем диссоциирует их».

Несмотря на все многочисленные попытки объяснить явления природы в терминах материи и движения, скромность заставляет его высказать следующее: «Я часто наталкивался на вещи, причины которых были мне неясны, как и на вещи, которые я мог объяснить несколькими причинами, столь различными, что единственная сходная черта их заключалась в том, что они все были одинаково вероятны. Вследствие этого я чувствовал такую трудность в изучении причин и форм вещей и в такой мере сознаю собственную свою неспособность преодолеть эти затруднения, что только о немногих вещах я решаюсь говорить в положительном смысле, кроме, конечно, фактов». Таково в общем, мне кажется, наше положение и в настоящее время.

Право Бойля на наименование «великого лондонского химика» основано на том обстоятельстве, что он прожил в Лондоне с 1591 года до самой своей смерти, наступившей на 65-ом году жизни. Но от рождения он лондонцем не был; он был ирландцем; родился в Lismore, в графстве Ватерфорд, в знатной семье и был седьмым сыном и четырнадцатым ребенком графа Корка. Воспитывался он сначала дома, а с восьми лет в школе в Итоне, где он, как он выражается, забыл из латыни не мало, чему научился дома: он с таким увлечением предавался изучению более солидных отраслей знания, что преисполнился естественной ненавистью к изучению голых слов». В одиннадцать лет (в то время люди очень рано становились зрелыми) его обучение в Итоне было закончено; в сопровождении французского гувернера он был вместе с братом отослан в Женеву. Здесь он учился в те-

чение двадцати одного месяца, после чего он отправился в Италию, где оставался до 1624 года. В это время дела его отца очень запутались вследствие великого ирландского восстания. Когда он вернулся домой, отец его был мертв. Ему достались в наследство два имения; в одном из них, в Стальбридже, в Дорсетшире он и поселился. В 1634 г., на 27 году жизни, он переехал в Оксфорд, чтобы примкнуть к кружку лиц, образовавших общество, которое они называли философской коллегией. Впоследствии общество это переехало в Лондон и в 1663 году оно было утверждено Карлом II под названием «Королевского Общества в Лондоне». Задачей его было «содействие развитию естественных наук».

В первых томах «Transactions» мы часто встречаем имя Бойля. Так, 2-го января 1661 года «господина Бойля просят принести с собой цилиндр, чтобы показать, если ему удобно, свои опыты над воздухом». Но ему это очень долго не было, повидимому, удобно, ибо 20 Марта, «господина Бойля просят вспомнить об его опытах с воздухом», а 1-го Апреля, его просят «ускорить предположенное им изменение его воздушного насоса». 15-го Мая Бойль подарил свою машину обществу и с ней было произведено много опытов в присутствии членов общества. Вот, такими «философскими» делами были наполнены все дни его, бедной внешними событиями, жизни, и в автобиографическом очерке, который он сам набросал к концу своей жизни, он говорит: «Быть сыном таких родителей и при том не самым старшим был счастьем, о котором наш Фаларет (друг добродетели, этим именем Бойль называет себя) должен упомянуть с величайшей благодарностью; это рождение в такой мере соответствовало его воззрениям и намерениям, что если бы ему был представлен выбор, он сам вряд ли видоизменил бы предначертание Божие».

И Кэвендиш, подобно Бойлю, был знатного происхождения. Он был сыном лорда Чарльза Кэвендиша, третьего сына второго герцога Девонширского. Его мать была леди Анна Грей, четвертая дочь Генриха, герцога Кентского. Но кроме этой общей принадлежности к высшим слоям общества между ними мало было общего. Мысль Бойля охватывала всю область природы. В его сочинениях обсуждаются всевозможные религиозные, философские и научные вопросы с большой свободой и полным отсутствием чего-то недоска-

занного, свидетельствующими о его открытом, прозрачном характере. Его девизом было: *nihil humanum a me alienum puto* (ничто человеческое мне не чуждо), и этот девиз свой он осуществлял и в своей жизни и в своей работе. Кэвендиш, напротив, был от природы крайне застенчив и сдержан. У него не было друзей и было мало знакомых. Вместо того, чтобы охватывать своей мыслью всю совокупность природы, он ограничился исследованием нескольких, немногих проблем первоклассного значения. Его работы отличаются величайшей точностью и изяществом; в сообщении своих выводов он соблюдал величайшую осторожность. И тот и другой склад ума имеют свои хорошие стороны, но было бы, может быть, лучше, если бы оба они были менее резко развиты. Будь Бойль не столь многосторонним, наука была бы богаче точными экспериментальными исследованиями. И будь Кэвендиш не столь сдержанным, он оказал бы больше добра своим современникам. Он был бы, без сомнения, более счастливым человеком. Ни тот, ни другой не был женат, откуда можно, пожалуй, сделать тот вывод, что мужчина достигает наивысшего своего развития только под влиянием близкой к нему подруги жизни.

Жизнь Генриха Кэвендиша была столь же бедна внешними событиями, как и жизнь Бойля и может быть рассказана в немногих словах. Он родился 10-го Октября 1731 года в Ницце, куда его мать переехала вследствие слабого своего здоровья. Она умерла, когда ему было два года. В 1742 году он стал учеником д-ра Ньюкома, в школе в Гекне, где он оставался до 1749 года. Затем он отправился в Кембридж и поступил студентом в Peterhouse College. В 1753 году он оставил этот колледж, не получив никакой степени. После этого он отправился в Лондон, но о жизни его в течение следующих десяти лет нет никаких известий. Надо думать, что он провел это время за изучением математики и физики, для чего он устроил себе лабораторию в конюшнях, примыкавших к городскому дому его отца. Только в 1766 году он набрался храбрости, чтобы кое-что из своих работ обнародовать. Между тем, судя по записям в его записной книжке, он уже в 1764 году приступил к опытам, которые весьма достойны были обнародования. С этого времени статьи его появлялись регулярно вплоть до 1809 года, года его смерти. Перерывов в этих работах почти не было, если не считать нескольких путешествий в различные части Англии и Уэльса для изучения геологии страны и различных отраслей промышленности в их цев-

трах—путешествий, которые можно рассматривать, как нечто вроде каникул. Даже по воскресеньям он своих работ не прерывал: из года в год в течение многих лет он день за днем посвящал своей работе. При жизни отца он получал доход в 500 фунтов стерлингов (около пяти тысяч рублей) в год. Когда же его отец умер в 1783 году, а впоследствии еще умерла его тетка, оставившая ему наследство, он стал обладателем колоссального состояния. В своем похвальном слове Кэвендиш Вино выразился так: «он был самым богатым из ученых и, вероятно, самым ученым среди богатей».

Его дом в Лондоне находился на углу площади Montagne и улицы Gower. Посетители у него бывали крайне редко. Библиотеку свою Кэвендиш поместил в отдельном доме, на Dean-Street в предместье Сохо, где она была открыта для всех, включая и его. Когда ему нужна была книга, он отправлялся за ней в собственную свою библиотеку, где подписывал соответственную росписку по заведенному образцу, как во всякой общественной библиотеке. Лаборатория была устроена в его вилле в Клафаме. В верхнем этаже была астрономическая обсерватория. Здесь ему случалось принимать своих друзей, но приемы эти были чрезвычайно просты. Постоянным обеденным блюдом была баранья нога. Рассказывают, что однажды к нему собралось в гости пять человек—число небывалое. Экономка его заметила ему, что одной бараньей ноги будет мало для всех гостей, на что она получила ответ: «в таком случае купите две». Некоторые из его современников оставили нам описание своих личных переживаний и впечатлений о нем. Профессор Плэйфэр, описывает его, как человека удивительной внешности; несоответствующей его общественному положению. Говорил он очень редко, а если говорил, то медленно и с трудом; замечания его, однако, всегда свидетельствовали о выдающихся познаниях или толкали к важным выводам. Однажды ему был представлен один австрийский дворянин, который, по обычаю австрийцев, стал уверять его, что главной причиной, почему он приехал в Лондон, была надежда познакомиться с одним из величайших украшений его века и одним из величайших современных естествоиспытателей. Кэвендиш не ответил на эту напыщенную речь ни слова, а стоял с опущенными глазами, совершенно пристыженный и смущенный. Вдруг он заметил просвет в окружающем его кольце людей и со всей стремительностью, на которую он только был способен, он бросился через него бежать и не успокоился до тех пор, пока не счел себя в без-

опасности в своей карете, в которой он сейчас же отправился домой. Гэмфри Дэви рассказывает о нем следующее: «Голос его похож был на какой-то писк, обращение его было нервное. Он пугался чужих людей и когда смущался, то ему трудно было говорить. Он одевался как наши деды, был очень богат, но не пользовался своим богатством». Лорд Брум вспоминает, что он часто исчезал, когда к нему обращались, и притом вдруг, с каким-то криком, как будто его оскорбили или пошемали ему. «Я вспоминаю, говорил лорд Брум, его крик, который он издавал, быстро перебегая из комнаты в комнату; когда смотрели на него, это его раздражало, но от времени до времени он приближался к какой-нибудь группе, чтобы послушать».

Нельзя сказать, чтобы он не был щедрым, но подарить кому-нибудь что-либо ему самому не приходило в голову. Однажды вечером ему случилось ужинать в клубе Королевского Общества и кто-то упомянул о прежнем его библиотекаре. Кэвэндиш спросил: «Что он поделывает бедняга?» «Кажется, что ему очень плохо», ответил кто-то. «Мне очень жаль», заметил Кэвэндиш. «Мы надеялись, что вы ему чем-нибудь поможете», сказал опять тот. «А, я, я, что же я могу сделать?» «Не назначите ли Вы ему небольшую пожизненную пенсию? Его здоровье очень плохо». «Хорошо, хорошо, хорошо, хватит ли чека на 10 тысяч фунтов стерлингов (100.000 рублей)?» «О сэр! Этого более, чем достаточно».

Он жил в одиночестве и умер в одиночестве. Проболел несколько дней, он призвал своего слугу и поручил ему, как только он умрет, сейчас же призвать лорда Джорджа Кэвэндиша. Через полчаса он опять призвал слугу и заставил его повторить поручение. После этого он сказал: «Хорошо. Дай мне лавандовое масло. Иди». По истечении полчаса слуга вошел в комнату больного и нашел его мертвым.

В то время, как Бойль интересовался всеми делами человеческими, Кэвэндиш ни о чем, повидимому, не думал, кроме явлений природы. Его биограф, д-р. Джордж Вильсон сообщает, что его девиз гласил: все определяется мерой, числом и весом. Это же явствует также из краткого обзора его работ.

О первых работах Кэвэндиша можно найти известия только в необнародованных его заметках. Он имел, повидимому, привычку от времени до времени составлять отчет о своих опытах, хотя бы он и не предполагал его обнародовать. Так, после его смерти был найден отчет о двух

больших работах, относящихся к гораздо более раннему времени, чем время обнаружения его первой работы в журнале «Philosophical Transactions». В первой из этих двух работ дело шло о различиях между металлическим мышьяком и двумя его окисями. Автор пришел здесь к выводу, что окись мышьяка (пятиокись мышьяка) более полно лишена своего флогистона (на современном языке — более окислена), чем мышьяковистый ангидрид (трехокись мышьяка) и этот последний полнее, чем мышьяк. Находим мы здесь также рассуждения о природе красных паров, которые образуются, если окислить белый мышьяк азотной кислотой; рассуждения эти впоследствии оказались весьма полезными при исследовании состава воздуха.

В другом, не обнаруженном исследовании речь идет о теплоте. Кавендиш независимо открыл законы удельной теплоты и составил также таблицы удельной теплоты многих веществ. Знакомо было ему также то, что Блэк назвал «скрытой теплотой», т. е. теплота, которая поглощается при испарении жидкостей или которая освобождается при сгущении газов и паров или при переходе жидкостей в твердое состояние.

Так как настоящая статья посвящена только химике Кавендишу, то относительно физических его работ я ограничусь лишь краткими замечаниями. Одно из важнейших его исследований касается причины того странного удара, который может сообщить электрический скак. Устрой не что вроде искусственного электрического скака, он доказал, что дело сводится здесь к электрическому разряду. Замечательно здесь то, что он первый различал уже между интенсивностью и количеством электричества. Как это признал Фарадей, эти выражения действительно исходят от него.

В 1783, 1786 и 1788 гг. он обнаружил три работы о явлениях замерзания, в которых он развил свои воззрения на природу теплоты. В первой работе исследуется замерзание ртути, а в двух других — замерзание минеральных кислот и винного спирта. Он порицает выражение Блэка «выделение или поглощение скрытой теплоты», так как это выражение включает в себе гипотезу, будто теплота тел происходит от того, что они содержат в большем или меньшем количестве некоторое вещество, называемое тепо-родом. Он отдавал предпочтение взгляду Бойля и Исаака Ньютона, по которому теплота зависит от внутреннего движения мельчайших частичек тел. Поэтому, он выражался так: теплота создается.

Интересную часть третьей работы составляет одна глава, в которой он предвосхищает таблицы эквивалентов кислот и оснований Рихтера. Сообщается это не в форме особого научного исследования, а в качестве метода для измерения крепости серной кислоты. В 1788 году он писал: «Мой метод состоял в том, что я находил количество *aluminium vitriolatum* (сернокислого свинца), осажденное свинцовым сахаром, и отсюда вычислял крепость серной кислоты, исходя из предположения, что то количество серной кислоты, которое образует сто частей серно-кислого свинца, способно растворить 33 части мрамора; ибо я нашел опытным путем, что это количество серной кислоты насыщает столько же фиксируемой щелочи, сколько такое количество азотной кислоты, которое растворяет 33 части мрамора». Таблица Рихтера была обнародована в 1792 году. Замечание Кэвендиша предполагает знакомство с законами определенных пропорций и эквивалентных весов, тогда как Дальтон развил свое учение лишь 20 лет спустя.

Важнейшей физической работой, выполненной Кэвендишем, является определение постоянной величины тяготения или, как еще выражаются часто, «веса земли». Относящийся сюда эксперимент называется обыкновенно именем Кэвендиша, хотя метод был впервые предложен Джоном Митчеллем. Очень чувствительные крутильные весы со свинцовыми шарами у концов подвешиваются на проволоке. Затем к шарам приближают две тяжелые свинцовые массы, так что весы выходят из состояния равновесия. Отклонение измеряется или вычисляется из наблюдаемых колебаний. Из полученных величин не трудно вычислить величину водяного шара равной массы, а отсюда — плотность земли, ибо известно притяжение, которое эта масса испытывает к земле. Полученные результаты оказались весьма точными, если сравнить их с результатами, полученными в новейшее время с соблюдением всех мер предосторожности — яркое доказательство экспериментальной ловкости и изобретательности Кэвендиша.

Но нас здесь занимают его химические работы. Все они — работы величайшего значения, нося на себе печать руки мастера, руководимой гениальной головой.

До времен Блэка слово «газ» не знало множественного числа. То, что мы в настоящее время называем газом, рассматривалось тогда, как особый вид обыкновенного воздуха. Блэк же доказал, что газ может содержаться в твердом состоянии, например, в карбонатах кальция и магния, или,

как тогда выражались, в «мягких» щелочных землях; далее, он доказал, что газ имеет вес. Он назвал двуокись углерода «фиксируемым воздухом». В первой работе Кэвендиша, увидевшей свет, речь идет об «искусственном воздухе»; она была обнародована в 1766 году, семь лет спустя после обнародования работы Блэка о «белой магнезии, едкой извести и других щелочных веществах». Кэвендиш определял свой искусственный воздух, как «всякий род воздуха, который содержится в веществах в неупругом состоянии и может быть искусственно из них выделен». Он исследует сначала водород, затем двуокись углерода и, наконец, газы, образующиеся при брожении и гниении. Он не первый, конечно, получил водород (ибо уже много столетий должно было быть известно, что при воздействии слабых кислот на некоторые металлы освобождается некоторый горючий воздух), но он первый определил водород, как самостоятельное вещество с определенными свойствами, а не как простое видоизменение обыкновенного воздуха. Он получал водород действием железа, цинка или олова на разведенную серную или соляную кислоту. Определяя вес определенного объема газа, он нашел, что во всех этих случаях газ оставался тождественным. Сначала он измерял его без особой точности, с помощью животного пузыря. Впоследствии он определял его следующим образом: взвесив стеклянку с цинком и кислотой раньше взаимного между ними соприкосновения, он вызывал реакцию и определял, сколько стеклянка потеряла в весе с выделением газа. Объем газа, полученного из определенного по весу количества цинка, точно определялся в других опытах. Чтобы доказать тождество полученных проб, он смешивал их с определенным по объему количеством воздуха и определял силу звука при взрыве при помощи пламени—метод, с точки зрения современных наших понятий довольно странный. Далее, Кэвендиш получил «летучую сернистую кислоту», взяв вместо слабой крепкую серную кислоту, как и негорючий воздух (закись азота), применив для этого азотную кислоту.

Кэвендиш не думал, что источником его «воздуха» является кислота, а он видел этот источник в металле. Не следует забывать, что в его время господствовало учение, согласно которому при сгорании какого-нибудь вещества от него отделяется некоторое начало, которое Сталь, основатель этого учения, назвал «флогистоном». Кэвендиш сначала думал, что именно водород и есть столь долго разыскиваемый флогистон, но более тщательное обсуждение

заставило его отказаться от этого взгляда. Впоследствии он принимал, что водород есть гидрат флогистона или соединение этого вещества с водой. Далее Кэвендиш в этой работе, как и в одной из последующих, прибавил множество новых фактов к тому, что уже Блэк нашел относительно свойств двуокиси углерода. Но мы, однако, не будем на них останавливаться, ибо большого теоретического интереса они не представляют.

Семнадцать лет спустя он обнаружил следующую свою «инематическую» работу. Она была озаглавлена так: «Известие о новом эвдиометре». Этот эвдиометр, совершенно непохожий на тот, который обыкновенно приписывается Кэвендишу, предназначался не для взрыва смесей газов, а для того, чтобы связать кислород воздуха окисью азота. Пользуясь этим эвдиометром, он определял состав многих проб атмосферного воздуха, и конечный, полученный им результат—что содержание кислорода в воздухе в переводе на наши термины составляет 20,83% по объему,—отличается чрезвычайной точностью.

В следующей по порядку работе Кэвендиша от 1784 года приведены результаты опытов, начатых в 1781 году; озаглавлена она так: Опыты с воздухом. Целью исследования было «найти причину уменьшения объема воздуха, происходящего, как известно, при всякого рода флогистировании, и открыть, что происходит с потерянными таким образом или сгущенным воздухом». Первой его мыслью было, что при этом всегда образуется «фиксируемый воздух». Найдя же, что это неправильно, он занялся исследованием, «не превращается ли, как это заставляют думать некоторые опыты Пристли, дефлогистированная часть обыкновенного воздуха флогистированием в азотную или серную кислоту», т. е. не переходит ли кислород при восстановлении в эти кислоты. Удалив кислород сжиганием серы, он не нашел азотной кислоты, а добившись конденсации при помощи окиси азота, он не нашел в образовавшейся азотной кислоте серной кислоты. Тогда он попытался при помощи электрической искры воспламенить смесь из воздуха и водорода, и этот опыт привел к открытию сложного состава воды. Сжегши 500,000 гран ¹⁾ горючего воздуха (водорода), с объемом атмосферного воздуха, в два с половиной раза большим, он успел собрать до 135 гран воды, «которая не имела ни вкуса, ни запаха и при испарении досуха не оставляла ни малейшего заметного осадка».

¹⁾ Объем 500,000 гран воды.

В столь кратком очерке, как наш, к сожалению, невозможно описать всех тех чрезвычайно остроумных экспериментов, которые он придумывал с целью определить источник кислоты, образующейся в случае недостаточного количества водорода: напомним только, что в этом случае кислород отчасти соединяется с присутствующим азотом, образуя азотную и азотистую кислоту.

Хотя Кэвендиш излагает результаты своих опытов на языке флогистоновой теории, тем не менее не следует думать, будто ему не были известны новые взгляды, провозглашенные Лавуазье. В упомянутой только что статье он выражает свои результаты и на языке новой теории. Но заканчивает он следующим образом: «Из сказанного как будто следует, что явления природы могут найти объяснение и без помощи флогистона; действительно, дело сводится к одному и тому же, говорят ли, что телу сообщается дефлогистированный воздух, или что из него удаляется флогистон с заменой его водой. Так как нет, вероятно, вещества, совершенно свободного от воды и так как я не знаю средства, как переносить флогистон с одного тела на другое без того, чтобы оставалось сомнение, не была ли перенесена и вода, то чрезвычайно трудно при помощи опыта решить, какое из двух мнений самое истинное. Но так как общепринятый принцип флогистона так же хорошо объясняет явление, как и теория Лавуазье, то я придерживался первого». С тем же затруднением мы встретимся еще при рассмотрении опытов Дэви, приведших к выяснению истинной природы хлора.

Говоря современным языком, пред Кэвендишем стоял вопрос: что происходит с кислородом при сгорании тела в воздухе и есть ли образование двуокиси углерода постоянное сопутствующее явление при сгорании. Он перечисляет пять путей, которыми воздух может быть лишен кислорода, а именно: кальцинация металлов, сжигание серы или фосфора, смешение с окисью азота, взрыв с водородом и, наконец, действие электрической искры. Во втором ряде своих опытов он подробно исследует действие непрерывного тока электрических искр в воздухе, что привело к открытию состава азотной кислоты. Ибо при выпаривании досуха «едкие шедочи оставляли небольшое количество соли, которая, очевидно, была селитрой, что вытекает из того, как сгорала пропитанная ею бумага». Тем не менее он задается вопросом, «не смешиваем ли мы под названием флогистированного воздуха на самом деле различные вещества?». Поэтому, он сделал опыт, чтобы определить, все ли коли-

чества флогистированного воздуха из атмосферного. Воздуха может быть превращено в азотную кислоту или здесь есть некоторая часть с другими свойствами, которая этому превращению подвержена быть не может?». Проведя опыт, он приходит к следующему выводу: «если в нашей атмосфере содержится часть флогистированного воздуха, которая отливается от всего остального и не может быть превращена в азотную кислоту, то мы с уверенностью можем сказать, что она не больше $\frac{1}{125}$ части его». Он почти прав: остаток действительно равняется приблизительно одному проценту. В последнее время этот остаток был признан за особый элемент и назван аргоном. В самое же последнее время было установлено, что этот оргон содержит еще в небольшом количестве другие газы, которые тоже были признаны за особые элементы и названы гелием, неопном, криптоном и ксеноном. Это была последняя из химических работ, обнаруженных Кэвендишем.

Бойль и Кэвендиш, без сомнения, должны быть отнесены к великим людям. Первый с полным основанием был назван отцом современной химии. Еще больше прав на этот титул имеет Кэвендиш, определивший вес земли и состав воды и воздуха. Оба они стояли значительно впереди своего времени: Бойль — благодаря своему здоровому научному мышлению и ясным суждениям, а Кэвендиш — способности в эпоху качественных исследований производить количественные измерения величайшей точности и делать из них правильные выводы.

II. Дэви и Грегг.

Между картиной уходящего вдаль ландшафта и картиной событий прошлого можно сделать поучительное сравнение. Объект, значительно удаленный от созерцателя в пространстве или во времени, представляется сначала каким-то неопределенным и туманным. Такими представляются нам, например, герои древней истории Египта, Греции и Аравии. И как фантазия дополняет отсутствующие подробности ландшафта и может при этом ошибиться и не ошибиться, так мы сквозь туман веков вычитываем из сочинений древних мысли, которые скорее имеются в наших головах, чем в тех сочинениях. Всего лучше, пожалуй, вещи оцениваются на среднем расстоянии, ибо оценке не мешают ни туман значительной дали, ни чрезмерные детали непосредственной близости. Так оно и было, когда у нас шла речь о Бойле и Кэвендише. В настоящем очерке,

где речь должна идти о жизни и сочинениях Дэви и Грегга, будет уже несколько трудно сохранить эту точность в оценках. Из их сочинений труднее выделить те основные пункты, которые полвека спустя после них резко выделяются среди других работ того времени. При работах химических и физических истина, как это бывает и в повседневной жизни, большей частью оказывается в золотой середине. Я постараюсь, поэтому, выдвинуть важнейшее в работах этих двух замечательных ученых, оставляя все неважное и мелкое в стороне. Трудно именно, решить, что следует выпускать: то, что сегодня нам кажется неважным, может завтра оказаться одной из существеннейших основ нашей науки.

В то время, когда Кэвендиш начал ряд своих блестящих опытов над газами, Гемфри Дэви был ребенком двух лет и уже обнаруживал первые признаки своей необычайной даровитости, столь отличавшей его во всю его жизнь. Он тогда уже бегло говорил; год или два спустя он стал уже посещать школу, и ему не было еще и шести лет, когда он умел уже читать и писать. На седьмом году жизни он перешел в среднюю школу в Труро, его родном городе. Вспоминая эти юношеские переживания в возрасте двадцати одного года, он писал: «Я считаю счастливым для себя случаем то, что я в детские годы много был предоставлен самому себе, не был связан каким-нибудь специальным планом преподавания и в школе Коритона мог много лениться». Не заблуждаемся ли мы, приписывая столь большое значение систематическому использованию ребенком его времени в наших современных школах? Не следует забывать, что принудительная игра в крокет и футбол, столь распространенные в наших школах, представляет для некоторых мальчиков наибольшие затруднения, которые им приходится преодолевать и которые им совсем времени не оставляют для целительной лени.

Подобно многим другим мальчикам, Дэви попал в хоромы химии через боковую дверь фейерверка. Наиболее любимыми его занятиями было удить рыбу и писать стихи. Страсть к ним не пропала у него в течение всей его жизни, и хотя он в первом больше преуспевал, чем во втором, все же его стихи имели известную ценность, обнаруживая богатую фантазию, которая безусловно необходима и для больших успехов в науке. Чувства, обнаруженные им в своих стихах, были весьма достойны похвалы, но поэтическая техника едва превышала тот уровень, который требуется от поэта-лауреата.

Когда ему наступило 15 лет, обучение его в школе было закончено. В течение следующего года он с успехом продолжал «много лениться». В 1795 году он был однако отдан в обучение господину Борлазу, хирургу и аптекарю в его родном городе. Тогда его охватила жажда работы и он с необычайным пылом занялся своим самообразованием. Его план занятий столь характерен и обширен, что я не могу удержаться от искушения воспроизвести его вполне.

1. Теология или религия, изучаемая через природу.

Этика или нравственные добродетели, изучаемая через откровение.

2. География.

3. Моя профессия:

4. Языки:

1. Ботаника.
2. Фармация.
3. Нозология.
4. Анатомия.
5. Хирургия.
6. Химия.

1. Английский.
2. Французский.
3. Латинский.
4. Греческий.
5. Итальянский.
6. Испанский.
7. Еврейский.

5. Логика.

6. Физика.

1. Учения и свойства тел природы.
2. Об операциях природы.
3. Учение о жидкостях.
4. Свойства организованной материи.
5. Об организации материи.
6. Элементарная астрономия.

7. Механика.

8. История и хронология.

9. Риторика.

10. Математика.

Кто из нас приступал к столь обширным ширь и вглубь занятиям?

Осуществляя, хотя и не вполне точно в предполагаемом сначала порядке, свой план занятий, он в январе 1798 года добрался до химии. Учебниками его были: химия Лавуазье и Химический словарь Никольсона. В течение всего времени он продолжал заниматься математикой, к изучению которой он приступил в 1796 году, и упоминает о том, насколько она полезна для изучения физики и химии. Осуществляя затем поставленную себе задачу изучить химию, он вскоре приступил к практическим работам, для чего устроил в доме м-ра Тонкина небольшую лабораторию,

снабдив ее простейшими и наиболее дешевыми приборами. Около четырех месяцев спустя после начала своих занятий, он находился в переписке с д-ром Beddoes, медиком в Клифтоне, о проблемах теплоты и света. Переписка эта имела важные последствия для Дэви: ему было предложено место заведующего «пневматическим институтом», основанным Beddoes'ом с помощью И. Веджвуда и Грегори Уатта, самого младшего сына Джемса Уатта. Задачей института было изучение возможного медицинского действия открытых около того времени различных газов.

Когда изучаешь жизненный путь какого-нибудь выдающегося ученого, бывает поучительно изучить основания, определившие те или другие его действия. Последние часто не совсем соответствуют тем чувствам, которые послужили источником их, но чистые намерения должны всегда найти свое признание, а сопоставляя намерения с последующими действиями, можешь изучить характер человека. В одной из наиболее ранних записных книжек Дэви, не предназначенных ни для чьих глаз, кроме его собственных, мы читаем следующее замечание. «Я не могу сослаться для своей характеристики ни на богатство, ни на власть, ни на знатное происхождение; и однако же, если я останусь в живых, то я надеюсь быть не менее полезным для человечества и моих друзей, чем в том случае, если бы я был наделен всеми этими преимуществами». И около двадцати лет спустя, в 1821 году, он заносит в свой дневник следующее пожелание: «пусть я с каждым годом делаюсь лучше, полезнее, менее эгоистичным и более преданным делу человечества и науки». Это—благородные слова, и они заставляют нас высоко ценить характер Генфри Дэви.

В январе 1799 года он поступил в пневматический институт и работал под руководством д-ра Beddoes. В следующем году он произвел свою классическую работу о веселящем газе или закиси азота, открыв и исследовав его удивительные физиологические действия. Определил он также состав азотной кислоты, окисн азота, перекиси азота и аммиака. В 1801 году он приступил к своим опытам над гальванической батареей, давшим столь плодотворные и важные результаты. В течение этих двух лет он напечатал не менее девяти статей—плоды поразительного усердия—в научном журнале его времени, *Nicholson's Journal*, предшественнике журнала *Philosophical Magazine*.

В эту эпоху его жизни самокритика Дэви зашла так далеко, что он решил отказаться от бесплодного теоретизи-

рования и заняться исключительно накоплением фактов. Собственные, относящиеся к этому слова его гласят: «Рассматривая все многообразные теории, которые можно построить на узком фундаменте из одного или двух фактов, я убеждаюсь в том, что задача истинного исследователя избегать их совершенно. Гораздо труднее собирать факты, чем заниматься спекулятивными умозрениями по их поводу: хороший эксперимент имеет больше ценности, чем все глубокомыслие такого гения, как Ньютон». С точки зрения этого убеждения представляет известный интерес познакомиться с программой, которую он набросал около этого времени для себя самого. Весною 1799 года он писал:

«Разложить соляную, борную и плавиковую кислоту. Изучить вопрос о тройном средстве в случае соприкосновения с нагретыми горючими веществами при высокой температуре».

«Исследовать все явления окисления».

«Точно изучить процесс роста растений».

Разложение соляной и борной кислот ему удалось, хотя и гораздо позже. «Явления окисления» недостаточно исследованы еще даже в настоящее время. Выяснению же «процесса роста растений» он оказал, как мы увидим ниже, весьма ценное содействие.

Руководствуясь этой идеей о сравнительной ценности теории и практики, Дэви успел добиться величайших успехов в области фактов. Там, где он пытался теоретизировать, он терпел неудачи. Правда, у него не было смелости обнародовать свои теории; те же, которые стали нам известны из его дневника, представляют мало ценного. Обладая богатой фантазией, он давал ей полную свободу в другом направлении. Многое из задуманного им однако осталось незаконченным. В этой области следует упомянуть об одном эпическом произведении в шести книгах под названием «Эпос. Моисея», часть которого он успел написать пятистопным ямбом. Он отличался глубоким религиозным чувством и рассматривал «этот небольшой земной шар, как точку, служащую началом развития, ограниченного только бесконечностью».

В 1801 году профессор Гоп в Эдинбурге откомендовал Дэви в качестве доцента в Королевский Институт на место выступившего из него профессора химии, д-ра Гарнетта. Самый институт был основан за год до этого графом Румфордом. Первая лекция была прочитана им в апреле 1801 года, и он очень скоро стал пользоваться большим успехом. «В настоящее время трудно себе пред-

ставить то внимание, которое возбудил его первый курс лекций, как и вызванный им энтузиазм. Первые люди в стране по рангу и талантам, литераторы и ученые, практики и теоретики, сицие чулки и великобританские дамы, старые и молодые — все устремились в его аудиторию. Его молодость, простота, его природное красноречие, познания по химии, удачные примеры и иллюстрации и хорошо произведенные опыты возбуждали всеобщее внимание и беспредельный восторг. Compliments, приглашения и подарки посыпались на него дождем со всех сторон; всякий искал его общества и гордился знакомством с ним». Несмотря на все эти искушения, которые могли бы нанести ущерб его работе, он оставался верным своему призванию. В 1803 году он писал: «Действительное и живое существование я веду только среди предметов моей научной работы. Обычные развлечения и удовольствия мне нужны только в качестве перерывов в потоке моих мыслей». При всем том многие ученые исследователи нашего времени были бы рады, если бы им удавалось извлекать столь много свободного времени из своих повседневных профессиональных занятий. Дэви являлся в свою лабораторию обыкновенно между десятью и одиннадцатью и оставался там до трех или четырех, если ничто ему не мешало. На вечер он почти всегда бывал куда-нибудь приглашен. «В эти общества он скорее являлся, как слуга моды, чем как слуга науки», замечает его брат.

При всем том он в последующие годы совершил множество замечательных работ. По поручению совета Королевского Института он занялся химией дубильного дела, что привело его к замене старой дубовой коры деревом катеху. По поручению министерства земледелия он читал лекции о связи химии с физиологией растений. Лекции эти читались им ежегодно, и в них излагались результаты многочисленных работ в области химии растений, произведенных им самим или под его руководством. Прекратив эти лекции в 1813 году, он напечатал их в виде книги под заглавием: *The Elements of Agricultural Chemistry*. Авторский гонорар, полученный за эту книгу, составлял тысячу гиней (около 10.000 рублей) и пятьдесят гиней за каждое последующее издание. Он, действительно, был счастливым человеком!

От января 1801 и до апреля 1812 года он осуществил обе важнейшие свои работы, именно разложение щелочей и выяснение природы хлора. Так как слава его основывается, главным образом, на этих двух работах,

как и на его исследованиях природы пламени, увенчавшихся изобретением безопасной лампы, носящей его имя, то я остановлюсь на этих вещах несколько подробнее.

В 1774 году шведский химик Шееле нашел, что если обработать перекись марганца соляной кислотой или, как она тогда называлась «*spiritus salis*», то освобождается желтый газ, который может быть собран в пузыре. Найденный им газ имел удушливый запах, обесцвечивал лакмус и яркие цветы и действовал на все металлы, не исключая золота. Он назвал этот газ дефлогистированной соляной кислотой, приняв, что перекись марганца отнимает у соляной кислоты ее флогистон и, таким образом, превращает ее в желтый газ. В 1788 году исследовал этот газ граф Бертолле и нашел, что, если провести его в холодную, как лед, воду, то он образует твердую фосфорическую массу. Подвергнув полученный водный раствор действию солнечных лучей, он наблюдал выделение кислорода, откуда он сделал тот вывод, что дефлогистированная соляная кислота есть, действительно, соединение соляной кислоты с кислородом, ибо кроме освобожденного кислорода, он нашел в воде после действия солнечных лучей соляную кислоту. Этим воззрением объяснилось также, по мнению Бертолле, действие желтого газа на металлы, ибо можно было принять, что он отдает металлу свой кислород, а соляная кислота по обыкновению растворяет образующую окись металла. В соответствии с этим объяснением Морво, Лавуазье и Бертолле и Фуркруа в своем «методе химической номенклатуры» предложили для этого газа название «*acide oxymuriatique*». Но прежде, чем проследить дальнейшую историю хлора, будет целесообразно познакомиться сначала с исследованиями Дэви над щелочными металлами.

Еще до отъезда своего из Бристоля, Дэви приступил к опытам с вольтовой дугой. По прибытии в Лондон, он продолжал свои электрические исследования и в 1807 году обнародовал весьма замечательные работы о химических действиях электричества. Было замечено, что если оба полюса вольтова столба опустить в два сосуда с водой, соединенных между собой влажным асбестом или бумажным фитилем, то у положительного полюса собирается кислота, а у отрицательного щелочь. Рядом убедительных опытов Дэви показал, что щелочь—обыкновенно калий или натрий—выделяется из стекла, а кислота—соляная кислота из поваренной соли, существующей почти всегда в виде примеси в обыкновенной воде. На основе этих опытов он

создал теорию, по которой все вещества, обнаруживающие химическое сродство друг к другу, находятся в состояниях противоположного электрического заряда, вследствие чего положительный полюс притягивает к себе частицы, заряженные отрицательным электричеством, а отрицательный полюс—частицы, заряженные положительным электричеством. Чем сильнее батарея, тем значительнее сила этих протяжений и отталкиваний. Так, например, кислород и кислота суть тела отрицательные, ибо они притягиваются положительным полюсом и на нем выделяются; металлы и их окиси, далее, водород, азот, углерод и селен положительны, ибо они появляются на отрицательном полюсе. Поэтому, должно быть возможно разложить любое соединение на его элементы, если для этого употребить достаточно сильный ток. Эти соображения Дэви развил еще далее и пришел к тому выводу, что и причину химических притяжений следует искать в противоположных электрических состояниях, входящих в состав данного соединения элементов. Поэтому, соединение есть вещество нейтральное: элементы его обладают равными и противоположными электрическими зарядами, которые при соединении нейтрализуют друг друга. Если же через такое соединение проводится электрический ток, то он в свою очередь может нейтрализовать электрические заряды элементов и, преодолев притяжение их, разложить соединение.

Исходя из этих мыслей, он разложил едкие щелочи, именно едкое кали и едкий натр, на кислород и водород с одной стороны и металлы—калий и натрий—с другой. Не получив никаких других результатов с водными растворами этих веществ, кроме того, что выделялись кислород и водород, он пытался пропустить очень сильный ток через расплавленные щелочи. Кали было расплавлено в платиновой ложке, соединенной с положительным полюсом батареи, а платиновая проволока, соединенная с отрицательным полюсом ее, была погружена в расплавленную массу. Результатом был интенсивный свет у отрицательного полюса и столб пламени у точки соприкосновения. Когда току было дано противоположное направление, на поверхности расплавленного кали стали появляться пузырьки газа, где они воспламенялись. Освобожденное вещество, очевидно, было горючим и разрушалось в момент своего возникновения. Лучшие результаты были получены со слегка увлажненным едким кали; могли быть собраны небольшие шарики металла, «по внешнему виду весьма сходные с ртутью». Было затем произведено много опытов, которые доказали,

что шарики эти были именно то, чего я искал, т. е., горючее основание едкого кали». Едкий натр дал подобные же результаты и таким образом были открыты щелочные металлы.

Эти новые металлы горели в кислороде, превращаясь в те же щелочи, из которых они были получены; горели они также в «acide oxymuriatique» (хлоре), давая хлораты калия и натрия. Воду они разлагали с выделением водорода и образованием растворов соответствующих щелочей; с серой и фосфором они вступали в соединения. Окиси меди, железа, свинца и олова были ими восстановлены в металлы; действовали они и на стекло, при чем освобождалось, по видимому, «основание кремня».

Дэви произвел также довольно точные определения количеств этих металлов, в которых они содержатся в щелочах, а последние он рассматривал, как окиси. Так была окончательно установлена сложная природа щелочей, которые до этого времени рассматривались как элементы.

Хотя подобные же явления наблюдались и со щелочными землями, баритом и стронцианом, тем не менее получить из них металлы в чистом виде не удалось. Но когда воспользовались ртутью в качестве отрицательного полюса то были получены амальгамы, содержавшие новые металлы, барий и стронций. Подобные же опыты были произведены с известью и магнезией и было доказано, что они содержат металлы, которые Дэви назвал кальцием и «магнием». Когда ртуть была удалена возгонкой, то были получены белые металлические осадки, содержавшие еще ртуть, но очень быстро окислявшиеся на воздухе с образованием соответственных окисей. Доклады обо всех этих результатах были напечатаны в журнале Philosophical Transactions за 1807 и 1808 г.г.

В декабре 1808 года Дэви в специальной лекции изложил свои знаменитые опыты об элементарной природе хлора. В виду того, что действием электрического тока на раствор соляной кислоты он не получал никаких других продуктов, кроме кислорода и водорода, (что удивительно, если только он не пользовался слабыми растворами), то он попробовал действовать сухим хлористоводородным газом на калий. Газ был поглощен, выделив $\frac{8}{22}$ своего объема водорода. Отсюда Дэви сделал тот вывод, что хлористоводородный газ содержит, по меньшей мере, на $\frac{1}{2}$ своего веса воду и что он калием не был «разложен». Поэтому, он направил все свои усилия к тому, чтобы получить действительно сухой газ. С этой целью он сильно нагревал сухой хлористый кальций с су-

хим серноокислым железом, с расплавленной фосфорной кислотой, с сухой борной кислотой. Газ здесь не освобождался, между тем как получались значительные количества соляной кислоты, если к накалившимся смесям приливали воду. После многократных опытов в том же направлении, во время которых были открыты хлориды фосфора и серы, были подвергнуты действию калия и эти вещества, газообразного продукта тоже не было получено.

В приложении к докладу об этих опытах Дэви высказывает взгляд, что соляная кислота есть соединение некоторого вещества, которое до сих пор не было еще получено в свободном состоянии, с водой (от трети до четверти) и что *oxumuriatique acide* (см. стр. 98) состоит из того же вещества (свободного от воды) и кислорода. Он представлял себе тогда, что «если вещества окисляются в хлористоводородном газе, то это происходит, благодаря разложению содержащейся в нем воды, а если они окисляются в *acide oxumuriatique*, то это происходит благодаря соединению с кислородом этого тела». Дэви полагал, что все хлориды содержат кислород.

Только в позднейшей работе, обнародованной в ноябре 1809 года, он добился истинного разъяснения фактов. Основывалась она на опытах с накалившимся до бела древесным углем, подвергнутым действию хлористоводородного газа, и так называемой *oxumuriatique acide*. Не получив никакой химической реакции, Дэви стал сомневаться в правильности общего допущения, что вещества эти содержат кислород. Поэтому, он попробовал, не дадут ли соединения, так называемой, *oxumuriatique acide* с оловом, фосфором и серой при воздействии на них аммиака осадки окисей этих элементов, но его эксперименты дали отрицательные результаты. После этого он подверг исследованию аргумент, который приводился в пользу содержания кислорода, — в так наз., *acide oxumuriatique*, а именно, что это вещество при воздействии на металлы выделяет водород, и в одной из позднейших статей от ноября 1810 года он доказал, что при нагревании окиси бария или стронция в «окисленной соляной кислоте» выделяется на два объема поглощенного газа один объем кислорода. Это как раз столько кислорода, сколько содержится в окиси. Подобным же образом опыты с другими окисями металлов показали, что из них выделяется лишь столько кислорода, сколько с самого начала в них было. Исходя из этих фактов, Дэви пришел к выводу, что «именно принципам той номенклатуры, на основании которой вещество это было названо окисленной соляной

кислотой, противоречит называть так вещество, в котором никогда не было доказано присутствие кислорода и которое не может содержать соляной кислоты»; на этом основании он предложил назвать это вещество хлором (по английски Chlorine).

Множество соединений хлора и среди них кислородные соединения его были впервые получены Дэви. При всем том он не позволил себе догматического утверждения, что этот газ есть элемент. Напротив того, он выразился по этому поводу следующим образом: «В рассуждениях, которые я позволил себе здесь развить, ни кислород, ни хлор, ни фтор не названы элементами; я утверждал только, что ни один из них до сих пор не был разложен». Было бы очень хорошо, если бы все химики брали пример с осторожного Дэви.

Воззрения его встретили противников в Гей-Люссак и Тенаре, но мы не будем останавливаться на этой борьбе, ибо это потребовало бы слишком много времени. Достаточно будет сообщить, что Дэви остался победителем на этом поле брани.

В течение всех этих лет Дэви был осыпан почестями. Членом Королевского Общества он стал в 1803 году. В 1807 году он стал его секретарем и оставался им до 1812 года; в этом году он получил титул Knight. В его дневнике, которому он поверял самые интимные свои мысли, мы находим следующее любопытное замечание его по поводу подобного рода отличий: «Человек должен гордиться почестями, но не быть чванным». Досталось ему кроме почестей и богатство: за два курса лекций в Дублине он получил 1.170 фунтов стерлингов (около 12.000 рублей).

В 1812 году он обнародовал свою книгу «Elements of Chemistry» (Элементы химии). Книга эта посвящена его жене, ибо в этом году он женился на вдове, г-же Аргеее.

В том же году он едва не лишился зрения при опытах с хлористым азотом. Дюлонг, открывший это вещество, заплатил за это потерю пальца. В 1813 году он установил истинную природу фтора и доказал аналогию его с хлором. В конце этого года он посетил Париж, где доказал при помощи своей передвижной лаборатории аналогию между иодом и хлором. Этот элемент был открыт за два года до этого. Куртуа и Гей-Люссак полагал, что он образует соляную кислоту. Дэви сообщил о своем открытии Гей-Люссаку, но тот не согласился с его взглядами. Только по истечении значительного времени и после своих мастерских исследований иода и его соединений, этот выдающийся химик убедился в правильности взглядов Дэви.

По возвращении своем с континента Дэви посвятил себя изучению природы пламени. Результатом его исследований было открытие метода предупреждать распространение пламени в окружающую горючую атмосферу, окружив его оболочкой из проволоочной сетки. Благодаря теплопроводности металла, взрывчатая смесь при этом настолько охлаждается, что пламя не может вырваться из сетки. Изобретение это было встречено с большой благодарностью, как всей публикой, так в особенности людьми, имеющими то или другое отношение к работе на угольных копях. Как выражение этой благодарности, он получил от одного общества владельцев крупных угольных копей в 1817 году ценный серебрянный сервиз в 2.500 фунтов стерлингов. Его заслуги перед человечеством ценились так высоко, что в следующем году он был награжден титулом баронета. И когда в 1820 г. умер Джозеф Бэнкс, бессменный председатель Королевского Общества в течение сорока одного года, Гемфри Дэви был избран его преемником, удостоившись таким образом величайшей почести, которой может удостоиться ученый в Англии. Он оставил это место в 1827 году. Его взгляды на почести были таковы: «Не стоит их иметь, но неприятно, когда не имеешь их», или «лучше заслужить почести и не иметь их, чем иметь и не заслуживать их».

В течение этих лет Дэви обнаружил множество работ по вопросу о сохранении медной обивки на морских судах, и о сохранении металлов при помощи электрохимических методов вообще. Этим и родственным с ними исследованиям он подвел итог в своей Бэкеровской лекции в 1826 году на тему об отношении между химическими и электрическими процессами.

Этим научная его работа почти закончилась, ибо в 1826 г. он получил первый апоплексический удар. Прожил он еще, правда, до 1829 г., но вся эта оставшаяся жизнь была наполнена непрестанными заботами о здоровье. Он часто ездил на континент и немного поправился, но в мае 1829 года его постиг в Женеве последний удар, и он умер на 51 году жизни.

Краткую характеристику заслуг Гемфри Дэви мы находим в статье, напечатанной в журнале *Silliman's American Journal of Science and Arts*: «В общем можно сказать, что Гемфри Дэви представлял яркий пример того, что римляне называли человеком, которому благоприятствует счастье. Успех его, однако, даже с этой точки зрения не был делом случая, а он был обязан им своему глубокомыслию, предвидению будущего при создании своих планов и талантливости и настойчивости, с которыми он доводил их до успешного

конца. Он был счастлив в своих теориях, счастлив в своих открытиях и счастлив в том, что ему привелось жить в эпоху, достаточно просвещенную, чтобы оценить его заслуги». И он сам набрасывает собственную свою эпитафию в следующих словах: «единственной моей целью было служить делу человечества и, если это удалось мне, то я чувствую себя с избытком вознагражденным той приятной мыслью, что такая судьба выпала мне на долю».

Я не истошу, надеюсь, вашего терпения своим повествованием, ибо, к счастью, моя задача — познакомить вас с жизнью химиков, ушедших до нас в другой мир. К тому же я ограничиваюсь здесь только теми, которых можно, не боясь ошибиться, назвать «великими». Среди этих имен должно занять место и имя Грегэма. Было не мало людей, богато одаренных, которые тоже сделали не мало доброго и полезного. К ним принадлежат Тэрнер, предшественник Грегэма, или Даниэль, подаривший нам гальванический элемент, носящий его имя, и многие другие, менее выдающиеся. Но по отношению к ним я должен ограничиться одним упоминанием.

Город Глазго подарил Грегэма Лондону: Бойль был ирландцем, Кэвендиш родился во Франции, а Дэви был происхождением из Корнуоллиса. Лондон отплатил однако городу Глазго, ибо Пэнни, проводивший большую часть своей жизни в Глазго в качестве преемника Грегэма, родился в Лондоне. И у него в свое время были значительные заслуги: он был необычайно увлекательным учителем и можно о нем сказать, что он довел искусство экспертизы до совершенства. В глазах многих это особенной похвалой не будет, но если и не подобает характеру истинного мужа науки добровольно отказываться от ценного наследия прирожденного исследователя, от свободы суждения, то этот небольшой грех свой Пэнни искупил за то множеством прекрасных работ. Самыми выдающимися среди этих работ придется признать, пожалуй, его определения атомных весов, которые даже в наши дни еще должны быть отнесены к самым надежным.

Томас Грегэм был сыном фабриканта в Глазго. Родился он в конце 1805 года. Воспитывался он в школе и затем в университете в Глазго. Здесь он оставался необычайно долго, ибо четырнадцати лет он вступил в университет, а степени добился лишь в зрелом возрасте, когда ему было уж двадцать один год. Знаю, что в глазах настоя-

шого студента Кембриджского или Оксфордского университетов возврат в четырнадцать лет покажется до смешного молодым, а между тем довольно часто в таких случаях получаются очень хорошие результаты; пример—последний президент Королевского Общества, лорд Кельвин. Есть мальчики, которые рано развиваются, и применять к ним обыкновенный масштаб среднего школьника было бы большою несправедливостью.

Учителем Грегга по химии был Томас Томсон, человек с европейским именем. В его учебнике химии была изложена атомная теория Дальтона еще раньше, чем она была опубликована самим автором. Был он также человеком, обнаруживавшим живейший интерес к науке, и преподавание его будило мысль. Увлекательным учителем, как мне передают, был и его учитель по физике, профессор Милхем. В студенческие свои годы Грегг много занимался математикой и физикой. Но к концу их Грегг, к своему несчастью, разошелся со своим отцом, захотевшим посвятить его духовному званию. Оба до чрезвычайности скрытные—черта столь обычная у шотландцев!—ни один из них не посвящал другого в свои намерения и предположения на счет будущего. Когда же, наконец, это обнаружилось, то ни тот, ни другой с упорством, тоже столь характерным для шотландцев, не пожелал уступить. Греггу пришлось, поэтому, оставить родной город и продолжать свои занятия в Эдинбурге. Его мать и сестра Маргарет спасали его от нужды, ибо отец отказал ему в помощи. Здесь он занимался у Гопа, открывшего металла строящий, усердно продолжал заниматься математикой и физикой, подготавливаясь таким образом к будущей своей деятельности. Еще на студийской скамье он стал однако кое-что зарабатывать, и мы узнаем, что первые, заработанные им, шесть гиней он потратил на подарки для матери и сестры.

Вернувшись в Глазго, он открыл небольшую частную лабораторию. Вскоре однако он был назначен доцентом механического института на место, переведенного в Эбердин на кафедру химии, доктора Кларка, изобретателя способа превращать жесткую воду в мягкую. В 1830 г. он занял место Юра, автора химического словаря, в «университете Андерсона»,—учреждении, основанном в конце восемнадцатого столетия и соперничавшем с Глазговским университетом.

В 1837 году скончался Эдуард Тэрнер, профессор химии в незадолго до того основанном Лондонском университете, и из многих кандидатов был выбран в его преемники

Грегэм. Он был весьма обрадован этим и в одном письме к мсей бабушке (он был интимным другом нашей семьи) он пишет, что у него изобилие денег, потому что он получил гонорар от четырехсот студентов слишком.

Читал Грегэм ни особенно свободно, ни элегантно, но его добросовестность и научный метод, которым он излагал вещи, как и увлечение его наукой, тем не менее делали из него увлекательного учителя и немало, без сомнения, содействовали тому, что аудитория его была полна. Теми же качествами отличается его учебник химии. На мой взгляд, это лучший учебник, когда-либо написанный, хотя он в настоящее время и устарел уже. В Англии учебник этот не выходит более, но в Германии он еще существует, по крайней мере, под названием «Грегэм—Отто».

До 1854 года Грегэм сохранил за собой кафедру в University College. Когда же Джон Гершель оставил свое место директора монетного двора,—место, которое до него занимали многие выдающиеся ученые и среди них Исаак Ньютон,—вместо него был выбран Грегэм. Добросовестность его чрезвычайно угнетала его подчиненных и ему пришлось вести очень трудную борьбу, чтобы провести необходимые реформы. Но настойчивость его характера после нескольких лет ожесточенной борьбы доставила ему победу, и он снова получил досуг для занятия своими научными работами, которые во время годов борьбы ему пришлось прервать. На этой должности он оставался до самой своей смерти, наступившей в 1869 году.

В противоположность Дэви, Грегэм был человеком скромным и склонным к уединению. Доброта его привязывала к нему всех, которые попадали в круг его друзей, а его спокойная рассудительность делала его не заменимым советником. Выпало на его долю и немало почестей. Он был первым президентом химического общества, членом Королевского Общества, получил медаль Keith'a от Королевского Общества в Эдинбурге, как и две королевские медали от Royal Society; в 1862 году он получил медаль Копли, выдаваемую в качестве награды за жизнь, с успехом посвященную науке. Был он также членом-корреспондентом французской академии наук и получил от нее жеккеровскую премию.

Научные работы Грегэма могут быть разделены на две группы: к первой относятся исследования физических свойств газов и жидкостей, а ко второй—исследования состава солей. Кроме этих работ, он обнародовал еще ряд сообщений на разные темы.

Из второй группы следует упомянуть прежде всего работу о соединениях, содержащих кристаллизационный алкоголь, аналогичный общеизвестной кристаллизационной воде. Так было установлено сходство между водой и алкоголем — сходство, которое, благодаря работам его преемника Уильямасона, значительно содействовало развитию современных воззрений на состав соединений углерода и таким образом косвенно развитию всей химии. В 1833 году Грегэм обнаружил важную работу о фосфорных кислотах. Он пришел к тому выводу, что, подобно тому как алкоголь может замещать воду в гидратных солях, так и вода должна быть в состоянии заместить основания в фосфатах. Дело в том, что до него кислоты фосфора оставались загадкой для химиков. Грегэм же доказал, что ортофосфорная кислота есть соединение одной молекулы пятиокси фосфора P_2O_5 с тремя молекулами воды и что каждая молекула воды может быть замещена окисью такого металла, как натрий. Пирофосфорную кислоту можно рассматривать, как соединение одной молекулы ангидрида фосфорной кислоты с двумя молекулами воды, из которых каждая тоже может быть замещена окисью металла. Наконец, метафосфорная кислота есть соединение одной молекулы ангидрида с одной молекулой воды. Так развилось общее понятие основности, и кислота называется одно-дву-трех основной, если она способна вступать в соединение с одной, двумя или тремя молекулами основания, причем различные кислоты могут содержать один и тот же ангидрид. Эти воззрения Грегэма давали объяснение тому, казавшемуся тогда чрезвычайно странным, факту, что при смешении нейтрального азотно-кислого серебра с фосфорнокислым натрием, обнаруживающим основную реакцию, рядом с осадком находят раствор с кислой реакцией. Опыты его проложили путь для позднейшей теории кислот, по которой они рассматриваются, как соли водорода. На языке Грегэма три кислоты фосфора были: трифосфат, бифосфат и фосфат воды, ибо под фосфорной кислотой он понимал то, что мы теперь называем фосфорным ангидридом. В настоящее время фосфатами называются соединения группы PO_4 , откуда и происходит название «фосфаты водорода». Грегэм первый признал следующее: «если одно из этих соединений (фосфорных кислот) обрабатывается каким-нибудь сильным основанием, то вся вода или часть ее замещается, но все количество оснований, находящееся в соединении с кислотой, остается неизменным». В настоящее время мы сказали бы, что весь водород, или часть его замещается при этом ме-

таллом, но сумма эквивалентов металла плюс водород, или основность кислоты, остается неизменной.

Развивая ту же мысль далее, он задумался над тем, не может ли и кристаллизационная вода быть замещена молекула за молекулу солями. Так, например, сернокислый цинк кристаллизуется обыкновенно с семью молекулами воды. Одна из этих последних может быть замещена сернокислым калием, и из гексагидрата $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ образуется двойная соль $ZnSO_4 \cdot K_2SO_4 \cdot 6H_2O$. Оказалось также, что как из этой соли, так и из других, шесть молекул кристаллизационной воды выделяются при более низкой температуре, чем седьмая, и именно эта последняя, надо полагать, замещается в двойной соли сернокислым калием.

Далее Грегг производил также опыты для определения теплоты, развивающейся при нейтрализации кислот основаниями и при растворении солей в воде. Этими исследованиями он занимался до 1843 года.

В то же время он был занят рядом совсем других исследований, целью которых было определение состава материи. Исходя из той мысли, что газообразное состояние представляет более простые условия, чем жидкое или твердое, он направил свое внимание, главным образом, на изучение природы газов. Эти исследования начались в 1836 году. Деберейнер однажды заметил, что из лопнувшего цилиндра, наполненного водородом и стоящего над водой, удаляется больше газа, чем в него попадает, так что вода поднимается в цилиндре. Исходя из этого наблюдения, Грегг приступил к своим опытам над диффузией газов и скоростью истечения их из узких отверстий. Оба ряда опытов привели к одному и тому же закону, а именно, что скорость истечения обратно пропорциональна квадратному корню из плотности газа. При равных физических условиях скорость истечения водорода в четыре раза больше скорости кислорода, плотность которого в шестнадцать раз больше плотности водорода. А так как плотности пропорциональны молекулярным весам, то отсюда следует, что и одна молекула водорода движется в четыре раза быстрее молекулы кислорода. Измерения, произведенные над многими другими газами, подтвердили этот закон. Эти факты опыта впоследствии стали одним из наиболее прочных оснований кинетической теории газов, значительно позже развившейся из того допущения, что давление газов зависит от ударов движущихся молекул о стенки их сосудов и что температура определяется скоростью движения этих молекул.

Значительно позже, в 1859 году, Грегг исследовал ско-

рость истечения газов через узкие трубы и получил результаты, имевшие весьма важное значение для теории газообразного состояния тел.

Несколько лет спустя, в 1851 и 1852 г.г. Грегэм обнаружил свои опыты относительно скорости диффузии жидкостей, представлявшие результат дальнейшего развития идей, положенных в основу его прежних исследований над газами. Метод его был и весьма прост и вполне пригоден для получения желательных результатов. Слянка с широким горлышком наполнялась раствором соли и помещалась в большой сосуд. Последний затем осторожно наполнялся водой, причем заботились о том, чтобы в сосуд ничего не попало из внутренней слянки, и весь прибор на долгое время предоставлялся самому себе. Оказалось, что соль не оставалась в слянке, а постепенно переходила в сосуд. После этого измерялось количество соли, переходившее в сосуд в различное время и при различных температурах.

Были произведены опыты с очень многими веществами, и в результате был констатирован тот факт, что некоторые из них гораздо быстрее переходят во внешний сосуд, чем другие. Так, например, Грегэм нашел, что при равных условиях в одно и то же время переходило во внешний сосуд 69 частей серной кислоты, 58 частей поваренной соли, 26 частей сахара, 13 частей аравийской камеди и всего только 3 части яичного белка. Другие вещества, как хлористые калий и аммоний, азотнокислые калий и аммоний, сернокислые магний и цинк требовали для своей диффузии равного времени. Кроме того, некоторые соли во время диффузии расщепляются на свои составные части. К ним относятся обыкновенные квасцы: более легко диффундирующий сернокислый калий гораздо быстрее переходит во внешний сосуд, чем медленнее диффундирующий сернокислый алюминий. Находят даже следы расщепления при диффузии сернокислого калия, который распадается при этом на серную кислоту и едкое кали.

Общеизвестно, что чистая вода, когда она окружает пористый сосуд, наполненный каким-нибудь раствором, имеет тенденцию проникнуть в этот сосуд. Если этот сосуд закрыт и снабжен манометром, то в нем наблюдается давление, так называемое, осмотическое давление. Грегэм попытался установить связь между этим явлением и явлением диффузии, но нашел, что обыкновенные соли, как и сахар, танин, алкоголь, мочевины и подобные вещества лишь мало влияют на усиление давления. С другой сто-

роны наблюдались ясные осмотические явления с крепкими кислотами, винокаменной, лимонной и уксусной кислотой. Оказалось, что в этих случаях пористый сосуд подвергался сильному воздействию, и Грегэм склонен был, поэтому, приписать осмотическое давление химическому действию. Полученные им результаты объясняются, вероятно, тем, что пористые сосуды, которыми он пользовался, в малой степени обладали — если позволите современное выражение — «семипроницаемыми» (полупроницаемыми) свойствами.

До 1861 года обязанности Грегэма в монетном дворе поглощали все его силы, вследствие чего в его работах здесь имеется довольно большой пробел. В последнем же году он опять обнаружил работу об испарении жидкостей. Вопрос этот за последнее время с успехом разрабатывался многими исследователями. При своих практических склонностях Грегэм скоро набросал план, как пользоваться осмотическими явлениями для отделения «кристаллоидных» веществ, которые быстро проходят через пористую стенку, как обыкновенные кислоты и соли, от «коллоидных» веществ, которые гораздо медленнее проходят через нее. Метод этот оказался особенно полезным при судебных анализах для отделения ядовитых веществ, как алколоиды или соли тяжелых металлов, от содержимого желудка и кишок.

Не желая злоупотреблять временем, я упомяну еще только, что Грегэм производил весьма интересные опыты над поглощением водорода тонкой пластинкой палладия и прохождением этого газа сквозь металлы. На основании этих опытов он пришел к тому заключению, что образующийся продукт есть действительный сплав металла с водородом в металлическом состоянии, так что и сам водород следует относить к металлам. Чтобы дать выражение этому воззрению своему, он назвал даже водород Hydrogenium, чтобы имя его имело такое же окончание, как название большинства металлов.

На этом я должен закончить свой неполный очерк о Грегэме в надежде, что и сообщенного будет достаточно, чтобы вызвать у многих желание познакомиться с его работами из первых рук. Добросовестность Грегэма, его одушевление и глубокомыслие делают его стиль весьма привлекательным; напечатанные работы его навсегда останутся образцом того, как следует излагать подобные вещи. Он был истинным ученым; в этом он был ближе к Бойлю, чем Кэвендиш или Дэви. Следует думать, что живи Грегэм в семнадцатом столетии, а Бойль в девятнадцатом,

общие результаты их работ не были бы весьма различны, но только один сделал бы работу другого.

Если мы сравним характер Грегэма с характерами Кэвендиша и Дэви, то можно сказать следующее: Кэвендиш довел свою преданность науке до того, что он пожертвовал ей даже обычными радостями человеческой жизни. Дэви принимал слишком большое, может быть, участие в светских развлечениях, чтобы он мог остаться совершенно свободным от любви к позе, между тем Грегэму удалось соблюсти счастливую середину и вызвать любовь к себе у тех, кого он дарил своей дружбой, и уважение у всех, знавших его. О нем можно сказать то, что можно сказать о Фарадее: он был добрым и справедливым человеком.

Джозеф Блэк, его жизнь и деятельность.

Есть счастливые натуры, которым удается избежать многих испытаний, составляющих удел большинства людей. Марк Аврелий благодарил своего приемного отца за то, «что он развил в нем ровное и дружественное ко всему настроение, постоянство в отношении к друзьям, без усталости или особых нежностей; развил способность быть всегда довольным и веселым, обращать свои взоры в будущее и с этим сообразовать свои действия, не пренебрегать самыми ничтожными мелочами, но без поспешности и путаницы». И вот таким характером обладал Джозеф Блэк. Его биограф, д-р Робисон, издавший его лекции и занявший его место в Глазговском университете, пишет: «Когда он состарился, черты его лица сохранили приятное выражение внутреннего довольства, располагающее к себе всякого. Его манеры были приятны, вполне свободны, без всякой аффектации. Он был очень доступен, любезен и всегда готов вступать в беседу, будь то на серьезную тему, или на тему о злобах дня. Так как он обладал умом, весьма богатым фактами, то беседа его бывала всегда приятной и содержательной. Ни одно из изящных совершенств жизни не было ему чуждо». Друг его, д-р Фергюсон, говорит о нем следующее: «Никогда не желая казаться тем, что он не есть, д-р Блэк бывал всегда тем, чего требовал момент и никогда ничего более. Никогда не случалось, чтобы он спешил делать вещи, которые он раньше пропустил сделать. Всякая вещь делалась им в определенное время и на своем месте. Казалось, будто у него всегда достаточно досуга, и он всегда готов был принимать друзей и знакомых и с радостью принимать участие в беседе». Преемник его, д-р Томсон, нашел описание характера Блэка, сделанное Робисоном, настолько правильным, что он почти дословно воспроизвел его в своей истории химии, не считая нужным даже снабдить его ковычками.

Ученик его, Генри Брум, один из основателей колледжа, в котором я имею честь преподавать, изображает его в своей книге «Философы эпохи Георга III», как «человека, взгляды которого по всякому вопросу отличались спокойствием и мудростью, который был совершенно свободен, как от страсти, так и от предубеждений, и кому притворство было известно только из комедий, которые ему случалось читать. Настроение его оставалось одинаковым во всех условиях жизни». Основательность его суждений во всех вещах, в вопросах литературы, как и в делах повседневной жизни, так характеризуется Адамом Смитом: «В его голове гораздо меньше бессмыслицы, чем в голове любого другого человека». В последние годы Брум писал: «Мне доставляет наслаждение отдаваться этим воспоминаниям и восстанавливать в памяти то восхищение, которое я переживал, когда мне приходилось слышать этого знаменитого мудреца. Он излагал нам шаг за шагом все работы, которые привели его к его открытиям, иллюстрируя свои лекции анекдотами, которые приходили ему в голову, и демонстрируя все то множество экспериментов, которые впервые раскрыли перед ним важнейшие тайны природы. На ряду с удовольствием быть вблизи него, когда он добился победы, мы находили чрезвычайное наслаждение в том, чтобы слышать его рассказы о затруднениях, которые ему приходилось преодолеть и о которых он рассказывал весьма просто, с философским спокойствием и с полнейшей скромностью. Он знакомил нас со всеми ступенями, по которым ему приходилось подниматься во время своей блестящей карьеры, он на наших глазах снова проходил как бы тот длинный путь, на который он первый вступил много лет тому назад, показывал нам те самые, быть может, инструменты, которыми он тогда пользовался, и играл пред нашими глазами ту самую роль, которая послужила глубоким и широким основанием его непреходящей славы. Этот чрезвычайный интерес, с которым мы его слушали, в значительной степени, конечно, был связан с тем обстоятельством, что он так долго пережил эпоху своих знаменитых открытий,—тому сознанию нашему, что вот перед нами сидит этот знаменитый ученый в старые свои годы, на покое, среди лавров, пожатых им в ранней юности. Одним словом, впечатление было таково, что трудно себе и представить его. Мне приходилось слышать знаменитейших людей нашего времени, излагавших в совершенной по внешности форме результаты своих многолетних трудов, мне приходилось слышать мощные периоды великолепного оратора Питта, пламенное красно-

речие Фокса, строго логическую, точную цепь доказательств Гранта; я не раз бывал увлечен смесью фантазии, извительности и основательных соображений у Плэнкета, но ради одного уже интеллектуального наслаждения (хотя я и понимаю, какую важную роль здесь играет ассоциация), я ставлю выше всего этого выпавшее на мою долю некогда счастье слушать, как первый естествоиспытатель того времени обзореает, как историк, собственные свои открытия, быть очевидцем экспериментов, которые его в свое время привели к тем открытиям и которые он теперь перед нашими глазами повторял собственными своими руками».

Можно смело сказать, что Шотландия в последние годы XVIII столетия была родиной множества великих людей. Адам Смит, первый политико-эконом, Давид Юм, историк, Джеймс Гэттон, геолог и Джеймс Уатт, инженер— все они были близкими друзьями Блэка и каждый из них был творческим умом первого ранга. И моя приятная задача дать вам отчет об открытиях Блэка и их последствиях. Я попытаюсь показать вам, что его деятельность открыла новую эпоху в развитии химии и физики.

О молодости Блэка мало что можно рассказать. В его жизни не было приключений. Его жизненный путь может быть рассказан в немногих словах.

Джозеф Блэк родился на берегах Гаронны, близ города Бордо в 1728 году.

Отец его, Джон Блэк, был родом из Бельфаста и происходил из одной шотландской семьи, поселившейся там. Он жил в Бордо, где он вел торговлю вином и был близким другом президента Монтескье. Было у него всего тринадцать детей и среди них восемь сыновей. Двенадцатилет от роду, Джозеф был послан в школу в Бельфаст и, подобно многим другим мальчикам, он из Северной Ирландии переехал в Глазго для посещения университета, ибо в то время колледжа в Бельфасте, разумеется, еще не было. Было это в 1746 году. Д-р Робисон упоминает о письмах, отца Блэка к своему сыну Джозефу, в которых он рисуется как хороший сын и прилежный студент. Он получил обычное общее образование. Мы узнаем, по крайней мере, что он хорошо писал по латыни. Этику он изучал у Адама Смита. Его склонность к естественным наукам находили, вероятно, поддержку в его близкой дружбе с сыном доктора Р. Дика, профессора естественных наук. Впоследствии этот друг его занял кафедру отца, но занимал он ее лишь несколько лет, ибо умер в молодости. Очень многим обязан был также Блэк Кэллену, о котором можно про-

честь очень интересный отчет в истории химии Томаса Томсона. Кэлэн был доцентом химии при университете в Глазго от 1746 до 1756 года. В 1751 г. он был назначен профессором медицины, ибо в это время и вплоть до назначения Томаса Томсона химию читал только один доцент. Томсон пишет, что Кэлэн обнаруживал особую любовь к порядку, ясное произношение, живость в жестах и глубокое знание своей специальности. Все эти свойства делали его кумиром студентов. Он старался приобрести их дружбу, часто оставаясь в их обществе, и нет сомнения, что он рано заметил большие дарования Блэка. Единственно, что он внес в физико-химическую литературу, это—исследование процесса кипения эфира при уменьшенном давлении и происходящего при этом охлаждении. Причина наблюдаемых при этом явлений была впоследствии открыта Блэком, ибо Кэлэн ограничился одним сообщением своего наблюдения. Вскоре Блэк стал ассистентом Кэлэна, и последний часто упоминает имя своего ассистента в своих лекциях, как имя, авторитетное в определенных вопросах.

Следуя своим методическим привычкам, Блэк вел нечто в роде журнала, куда он заносил не только результаты своих экспериментальных исследований, но и различные замечания, относящиеся к медицине, к юриспруденции, или к искусству. При этом он практиковал «двойную бухгалтерию»: он вел еще особые книги, в которых эти заметки были распределены по различным специальностям. Вот из этих то журналов и могут быть заимствованы данные относительно большинства его важных открытий.

В то время химия была служанкой медицины. Влияние школы ятрохимиков, основанной Парацельсом, еще не исчезло, несмотря на то, что некоторые отдельные смелые исследователи и среди них Бойль, Мэйо и Хэльский успели сбросить с себя оковы еще до этого времени. Доцентура химии в Глазго рассматривалась, как ступень к лучше оплачиваемым должностям, и Кэлэн занимал ее одновременно с кафедрой по медицине с 1751 до 1756 года. Вероятно, по его совету Блэк в 1750 или в 1751 году отправился в Эдинбург для довершения своего медицинского образования. Сделал он это еще по той причине, может быть, что он имел в этом университете родственника, Джемса Русселя, профессора естественных наук, у которого он и поселился. Здесь он получил степень доктора медицины в 1754 г. Правда, он мог получить эту степень и в Глазго на три года раньше, но по основательности своего характера он хотел сделать действительно ценную

работу. И действительно, именно эта докторская работа доставила ему славу, но об этом позже.

В 1756 году, д-р Кэлэн получил кафедру химии в Эдинбурге, и Блэк, занимавшийся со времени получения им степени доктора медицины врачебной практикой, получил кафедру анатомии и доцентуру своего учителя по химии, ибо его авторитет в науке, которой он занялся, был уже тогда довольно высок.

Кафедру анатомии Блэк сохранил за собой ненадолго. Он был более склонен к практической медицине и с одобрения университета он обменялся кафедрой с профессором практической медицины. Занимая эту кафедру, он продолжал заниматься и врачебной практикой и Робисон говорит, что в эту пору своей жизни—ему было 32 года—он был очень любезен и имел очень приятные манеры. Они вообще были очень популярны, но особым любимцем был у дам. Насколько мы знаем, он не отличил ни одной из них, ибо до конца своей жизни он остался холостяком. Повидимому, дамы чувствовали себя весьма польщенными его вниманием, и нам рассказывают, что это внимание не бывало уделом всех без различий, а оказывалось только тем, которые отличались своим духовным ли развитием, или тонкими манерами, красотой и изяществом.

В 1766 году, д-р Кэлэн обменял свою кафедру химии в Эдинбурге на кафедру медицины, и университет и город единогласно решили пригласить на вакантную кафедру д-ра Блэка. Был он предложен университетом на эту кафедру еще в 1756 г., но городские советники, от которых зависел выбор, не обратили внимания на эту рекомендацию и выбрали Кэлэна. Теперь же Блэк был выбран единогласно и переехал в Эдинбург, где он и оставался до конца своей жизни.

С этого времени он всецело посвятил себя преподаванию и не жалел трудов, чтобы сделать свои лекции интересными и поучительными. Он иллюстрировал их многими опытами. Робисон рассказывает нам, что, при презрении Блэка к тщеславию актера, простота, элегантность и точность, с которыми Блэк производил свои опыты, были изумительны. Да и Брум хвалит его ловкость. «Я видел, как он переливал кипящую кислоту из одного сосуда в другой, из сосуда без носика—в трубку, держа при этом сосуды настолько далеко друг от друга, что струя получалась тонкая и вертикальная и ни одна капля не пропадала. Длинный стол, за которым он производил свои различные опыты, оставался до конца лекции таким же чистым, каким он был раньше,

чем на нем поместили аппараты. Ни капли жидкости, ни пылинки на нем не было видно».

Блэк оказал сильное влияние на отношение населения Эдинбурга в науке. Слава, которую он приобрел, как профессор, заставляла многих посещать его лекции не столько ради изучения химии, сколько ради интеллектуального наслаждения, которое эти лекции доставляли, и посещение его лекций стало модой.

После открытия Блэком уголекислоты, изучение химии газов пошло быстрыми шагами вперед. Но в этом развитии он сам участия уже не принимал. Здоровье его никогда не было удовлетворительным, он много страдал от расстройства пищеварительного аппарата, да и легкие и дыхательные пути, повидимому, были поражены, ибо он харкал кровью. Но он усвоил изречение: «познай самого себя», и он с таким успехом урегулировал свою работу и так строго соблюдал диету, что он прожил долгую и спокойную жизнь.

«Счастлив народ, который не имеет истории», и бедная событиями жизнь Блэка была прожита счастливо. Он занимал свою кафедру более тридцати лет и дожил до счастливой старости в кругу многих близких друзей. Некоторое время его обвиняли в алчности, и Брум сообщает нам причину этого слуха: рассказывали, что на его рабочем столе стояли весы, на которых он взвешивал гиней, получаемые как гонорар. Но Брум защищает эту, может быть, несколько комическую привычку и возмущается этими обвинениями, а Робисон, который тоже об этом упоминает, замечает в примечании, что он знает не мало случаев, когда Блэк рисковал значительной частью своего состояния, чтобы помочь другу.

Когда силы его стали убывать, Блэк стал посвящать все больше и больше внимания своему здоровью, становясь все воздержнее в своей пище. Один из его близких друзей, д-р Фергюсон, так описывает его смерть, вполне достойную такого тихого и мирного философа. «26-го ноября 1799 г. он умер на 71-м году жизни, без всяких конвульсивных движений или удара, которые указывали бы на приближение смерти. Он сидел за столом за обычным своим обедом: немного хлеба, несколько слив и небольшое количество молока, разбавленного водой. Он держал стакан в руке, когда раздался последний удар пульса. Опустив руку со стаканом на колени, он удержал его, как человек, который прекрасно себя чувствует. В этом положении он умер, не пролив ни капли и не переменившись даже в лице, как будто

он хотел показать своим друзьям на опыте, как легко можно умирать».

Никто не мог себе представить, что он своей практикой составил такое состояние, которое он оставил. Завещание его носило немного фантастический характер: он разделил свое состояние на 10.000 частей, распределив их между множеством людей в различных частях и долях, соответственно его взглядам на их потребности или заслуги.

В «Эдинбургских портретах» Кей приведен рассказ о Блэке и Хэттоне, бывших почти неразлучными друзьями. Разговорившись на тему о дороговизне питательных продуктов, они обратили внимание на то, что морские моллюски очень ценятся в качестве питательного продукта, между тем как сухопутные моллюски не употребляются в пищу. Решив провести свои воззрения в жизнь, они собрали массу улиток, сварили их и сели за обед. Оба они приступили к еде весьма веселые и ни тот, ни другой не хотели обнаружить своих истинных чувств. Наконец, Блэк нарушил молчание, но осторожно, осведомляясь как будто о мнении своего сотрапезника. «Доктор, обратился он к нему в своем определенном и спокойном тоне, не полагаете ли вы, что у них немного... немного странный вкус?» «О, да, ужасно странный, уберите их, уберите их», вскричал доктор Хэттон, вскочив из-за стола и дав волю чувству отвращения.

Сообщенные здесь черты рисуют Блэка, как натуру спокойную, созерцательную. Но каррикатуры Кей указывают на то, что у него был достаточно развит юмор и он мог обнаруживать даже кое-какие следы едкой иронии. Портрет, изображающий его во время одной лекции, может быть, относится к лекции, в которой он едко анализирует возражения, сделанные против его учения о едких веществах немецким химиком Майером. Как сообщает нам Брум, «этот человек допускал, что существует некоторая кислота (он называл ее «*Acidum pingue*»), которая есть причина мягкости щелочей. Беспощадная суровость этой лекции, в которой Блэк бичевал невежество и догматизм этого нелепого теоретика, никогда не будет забыта его слушателями». Мне кажется однако, что Брум вряд ли правильно понял теорию Майера (ибо она чрезвычайно сходна с объяснением самого Блэка) или она была неправильно понята самим Блэком. На другом портрете Кей изображены Блэк и Хэттон, с подписью «философы». И здесь также Кей дал заметить, что Блэк, умел ценить шутку. Третий портрет изображает его на прогулке, и он дает нам представление о Блэке на 59-м году его жизни.

У Кэя мы находим также портрет д-ра Кэлэна, предшественника Блэка в Глазго и Единбурге и его друга в течение многих лет. Кэлэн умер в 1790 году, 81 года от роду.

В старые годы казалось каким-то чудом, что газ может быть собран на небольшом пространстве или что воздух может быть в большом количестве выделен из камня. Это было таким же чудом, как аравийский джин, огромной величины и дикого вида, выскакивающий из бутылки, о котором рассказывается в «Истории рыбака», одной из прелестных сказок «Тысячи и одной ночи». Правда, еще в середине семнадцатого столетия Роберт Бойль сделал знаменитое открытие свое относительно давления воздуха, доказав, что, чем больше давление, которое испытывает газ, тем меньше пространства он занимает. Но как бы ни было велико давление, воздух Бойля оставался воздухом. Можно было бы подумать, что превращение воды в пары могло бы убедить людей в том, что, по меньшей мере, жидкость может быть превращена в газ. Но так как пары легко переходят опять в воду, то не было, повидимому, обращено внимания на сравнительно большое пространство, занимаемое самими парами. Только с открытием Блэка, что из мрамора выделяется двуокись углерода или «фиксируемый воздух», как он называл ее, было обращено внимание на то, что газ может быть выделен из твердого тела. Кроме того, особое свойство этого газа—что он может быть фиксирован—совершенно отличало его от обыкновенного воздуха. Правда, Стифен Хельс, ботаник, подверг перегонке много веществ растительного, животного и минерального происхождения, среди которых было не мало таких, которые должны были дать нечистый водород, болотный газ, двуокись углерода или кислород. Но он ограничился только определением объемов газов, которые он получал из известного веса тех веществ, а свойствами их не интересовался. На основании многих своих опытов он пришел к выводу, что «наша атмосфера есть хаос, состоящий не только из упругих, но и из не упругих частичек воздуха, содержащихся в нем массами, как сернистых, соляных, водяных и землистых частичек, которые никоим образом не могут быть приведены в такое перманентно-упругое состояние, так и из таких частичек, которые образуют истинный перманентный воздух». Таково было обычное в то время представление о природе воздуха.

Интересен повод, давший толчок к знаменитому открытию Блэка. Роберт Вальполь и брат его, Гораций, впоследствии лорд Вальполь, страдали от камней в моче-

вом пузыре. Им казалось, что они получили некоторое облегчение от лекарства, придуманного некоей мистрис Стефенс.

При их содействии она получила 5.000 фунтов стерлингов за раскрытие своей тайны, которая и была напечатана в «Лондонской Газете» 19-го июня 1739 г. Описание его было таково:

«Мои лекарства суть: порошок, отвар и пилюли. Порошок состоит из яичной скорлупы ¹⁾ и улиток ²⁾ прокаленных. Чтобы получить отвар, нужно варить некоторые травы ³⁾ с шаром, приготовленным из мыла ⁴⁾, обугленного кресса и меда. Пилюли состоят из прокаленных улиток, семени дикой репы, репейника и овса (все они должны быть обуглены), мыла и меда».

Д-р Кэлен и его коллеги оспаривали действительность столь странного и едкого средства и, чтобы найти более мягкую щелочь для медицинских целей, Блэк приступил к своим опытам над магнезией. Опыты эти были описаны в статье, носящей заглавие «Опыты над белой магнезией, едкой известью и некоторыми другими щелочными веществами». Это была химическая часть его докторской диссертации, которую он представил в Эдинбурге в 1754 году. К опытам же он приступил в 1752 году. Вся же его докторская диссертация носила следующее латинское заглавие: «De humore Acido a Cibis orto, et Mgnesia Alba». В следующем году работа эта была напечатана.

Средства, употреблявшиеся в медицине для растворения мочевых камней, обладали все едкими свойствами: «Lapis causticus» или едкое кали и едкий натр.

Вещества эти получались из мягких щелочей, т. е. карбонатов, растворы которых варились с гашеной известью, получаемой из едкой извести с водой. Едкая же известь образуется нагреванием на огне известкового камня, откуда он и получает свои едкие свойства. Принимали, что эти свойства исходят от огня, эссенция которого, так сказать,

¹⁾ Яичная скорлупа и улитки прокаливались в течение восьми часов в тигле, окруженном углем, и затем помещались в глиняном сосуде в сухую комнату, где они и оставлялись в течение двух месяцев. Здесь скорлупа становилась мягкой на вкус и распадалась в порошок.

²⁾ Улитки нагревались в тигле до полного удаления запаха и затем в ступке истерты в порошок. Пропорция была такова: 6 частей яичной скорлупы на одну часть порошка улиток. Последний мог быть приготовлен только в мае, июне, июле и августе.

³⁾ Травы для отвара: зеленая ромашка, сладкий укроп, петрушка и репейник; листья или корни.

⁴⁾ Лучшее аlicantское мыло.

поглощается. При варке мягких щелочей с известью эта эссенция, как предполагали, переходит к щелочам, которые вследствие этого и становятся едкими. В качестве растворителя мочевых камней употреблялась известковая вода или раствор едкой извести, и желание получить из горькой соли менее едкое растворяющее средство побудило Блэка к его исследованиям.

Как это доказывает лабораторный дневник его, Блэк приступил к своим опытам со старыми представлениями. Он пытался добыть материю огня в тот момент, когда она выделяется из извести, между тем как последняя на воздухе становилась мягче. Он произвел, повидимому, несколько опытов в этом направлении, ибо в дневнике записано: «ничего не выделяется, сосуд сильно приподымается, так как воздух поглощается». Двумя страницами дальше он заносит в дневник опыт, в котором он хотел сравнить потерю в весе, испытываемую унцией известкового камня при накаливании, с той потерей, которая получается при растворении ее же в «*Spiritus salis*» (соляной кислоте). Здесь, повидимому, ему стала выясняться причина мягкости и едкости веществ.

Несколькими страницами дальше, другая запись доказывает, что ему удалось разрешить загадку. «Если я осаждаю известь обыкновенной щелочью, то никакой пены нет. Воздух оставляет щелочь и переходит к извести. Но это уже не известь, а с. с. с. Теперь это пенится, чего при хорошей извести не бывает».

Обратимся теперь к тому ходу мыслей, который привел его к этому выводу.

Получив «мягкую магнезию» осаждением из горькой соли или сернокислой магнезии с углекислым калием (поташем), он нашел, что она «быстро-растворяется с бурным выделением воздуха кислотами купороса, селитры или обыкновенной соли, а также дистиллированным винным уксусом». Далее, он нашел, что свойства полученных при этом солей, сернокислой, азотнокислой, хлористой и уксуснокислой магнезии, были совершенно другие, чем свойства обыкновенных щелочных земель, что если он перегонял их с нашатырем или хлористым аммонием, то на горлышке реторты осаждались летучие кристаллы нюхательной соли (углекислого аммония); эти кристаллы с остатком, образовавшимся в реторте (хлористой магнезией), давали снова мягкую магнезию. Затем он нашел, что тот же результат получается, если варить мягкую магнезию с любыми «известковыми веществами» (известковыми солями); в то время, как кислота оставляет известь, чтобы соединиться с магне-

зией, снова осаждается мягкая магнезия, если обработать образующиеся растворы щелочами (т. е. карбонатами).

Если сильно нагреть мягкую магнезию, то она превращается в белый порошок, растворяющийся в кислотах, без выделения пузырьков. Кроме того она при накаливании теряет $\frac{7}{12}$ своего веса. Внимание Блэка устремляется на эту улетучивающуюся часть. Чтобы снова получить ее, он растворяет остаток в серной кислоте и снова осаждает его щелочью (карбонатом). Полученный белый порошок растворяется в кислотах с обильным выделением пузырьков и «снова получает все свойства, которые он потерял при накаливании. Кроме того он увеличился в весе почти на столько же, сколько он потерял при накаливании; а так как он растворяется в кислотах с образованием пузырьков, то часть его веса, без сомнения, должна быть приписана воздуху».

Блэк сделал здесь огромный шаг вперед: он взвесил газ в связанном состоянии. Он приходит, далее, к следующему выводу: «отсюда ясно, что кислота вытеснила воздух из щелочи и он перешел к магнезии». Происшедшее здесь взаимодействие мы можем наглядно представить следующим образом:

магнезия щелочь \Rightarrow сернокислая щелочь
серная кислота \Rightarrow воздух \Rightarrow мягкая магнезия.

Ближайший шаг вперед был узнать, не теряет ли мягкая магнезия столько же в весе при растворении в кислотах, как при накаливании. Может быть, вследствие растворимости фиксируемого воздуха в воде, потеря в весе при растворении магнезии оказалась значительно меньше (35 гран из 120), чем при накаливании (78 гран из 120). Количество же кислоты, необходимой для растворения магнезии, практически оставалось одним и тем же, нагревалась ли она раньше или нет (267 и 262 грана)¹⁾.

Теперь Блэк обратил свое внимание на известь. Он растворил известковый камень в соляной кислоте и обработал раствор щелочью; между вновь полученным известковым камнем и первоначальным не оказалось никакой разницы. Так он впервые отделил фиксируемый воздух от известки и затем опять соединил их. Эти опыты заставили Блэка сделать тот вывод, что фиксируемый воздух должен иметь

¹⁾ Так как Блэк, по всей вероятности, работал с основным карбонатом, то полученное им понятно, ибо при накаливании удаляется и углекислота и вода, а при растворении в кислотах — только первая. Оствальд.

свойства кислоты, ибо он превращает едкую известь, жесткую землю, как он называл ее, в известковый камень, или мягкую землю, а причина мягкости должна заключаться в соединении с фиксируемым воздухом.

Этим объясняется также тот странный факт, что мягкая магнезия при смешении с известковой водой дает чистую воду: фиксируемый воздух оставляет магнезию и соединяется с известью, а образовавшаяся мягкая известь, как и магнезия, не растворимы в воде. Подобным же образом объясняется действие едкой извести, каустизирующее фиксируемые щелочи: едкая известь извлекает фиксируемый воздух из щелочей, вследствие чего эти последние становятся едкими, а она становится мягкой.

Развивая эти свои мысли далее, Блэк пришел к заключению, что, если прибавить едкую щелочь к горькой соли или сернокислой магнезии, то должна получиться магнезия, не дающая пузырьков с кислотами, ибо здесь фиксируемого воздуха нет, и что едкие щелочи должны осаждать из известковых солей известь, обладающую едкими свойствами, но связанную с водой.

Были произведены соответственные опыты над известковым камнем с кислотами и прокаливанием и получены те же результаты, что и при магнезии.

Оставалось еще доказать, что фиксируемый воздух не имеет свойств обыкновенного воздуха. Для этого Блэк поместил сначала 4 унции известковой воды и потом 4 унции обыкновенной воды под колокол своего воздушного насоса и высосал воздух, в обоих случаях он получил почти равное количество воздуха. Отсюда следовало, что воздух, притягиваемый известью, отличается от воздуха, растворенного в воде. Едкая известь не притягивает воздуха, обладающего обычными своими свойствами, а она способна соединяться только с особым видом его, «рассеянным в воздухе или в виде очень тонкого порошка, или — что вероятнее — в виде упругой жидкости. Вот эту жидкость я, может быть, весьма неудачно, назвал фиксируемым воздухом; при всем том мне кажется лучшим пользоваться названием, нашедшим уже применение в науке, чем придумывать новое название раньше, чем будут более выяснены природа и свойства этого вещества».

Далее, необходимо было исследовать природу едких щелочей и установить, увеличиваются ли они в весе, когда они становятся мягкими. Это и было достигнуто косвенным путем, когда было определено, сколько нужно по весу кислоты для насыщения едкой щелочи с одной стороны и

винного камня, т. е. углекислого калия—с другой. Оказалось, что в первом случае нужно шесть мер кислоты, а во втором—пять. Определение Блэка довольно точно; ошибка его не превышает четырех процентов. Прибавив серную кислоту, он доказал, что едкая щелочь не содержит извести и потому не ей обязана своими едкими свойствами.

Чтобы доказать, что известковый камень, или магнезия «теряют свой воздух», когда они растворяются в кислотах, и снова его получают при прибавлении мягкой щелочи, а кислота переходит к щелочи, Блэк прибавил едкую щелочь к раствору горькой соли и получил осадок магнезии, растворявшийся в кислотах без образования пены, что доказывало, что здесь нет фиксируемого воздуха. Прибавив едкую щелочь к раствору извести, полученному при помощи соляной кислоты, он получил известь, растворявшуюся в воде с образованием известковой воды, которая ничем не отличалась от обыкновенной известковой воды. Он приходит к следующему выводу: «Будь у нас метод, чтобы освободить фиксируемую щелочь от ее кислот и предупредить при этом соединение ее с фиксируемым воздухом, мы получили бы ее в едком состоянии». Это, правда, может быть достигнуто нагреванием селитры с древесным углем, но щелочь оказывается тогда насыщенной воздухом. То же самое происходит, если прокаливать щелочные соли растительных кислот. Блэк подозревает, что фиксируемый воздух должен образоваться (в первом случае) или из селитры, или из угля (в действительности он образуется из обоих; ибо селитра дает кислород, а уголь — углерод). Во втором случае, замечает он, растительные кислоты огнем не отделяются от щелочей, а скорее разрушаются. Как близок он был к открытию, что фиксируемый воздух образуется из угля!

Таково исследование Блэка о фиксируемом воздухе. И доказав, что газ удерживается твердым телом, а прокаливанием или действием кислоты может быть из него выделен, он несколько позже задается вопросом о причине этого. Он открыл, что причина фиксирования воздуха заключается в том, что он назвал скрытой теплотой. Исследование это не было, однако, произведено с этой целью; связь между обоими исследованиями была чисто случайной, хотя она и имеет фундаментальное значение.

От 1759 до 1763 года он развил свои представления о количествах теплоты, необходимой для того, чтобы нагреть различные тела равного веса до одной и той же температуры. Бургаве принимал, что в равных пространствах различных тел содержатся равные количества те-

плоты, независимо от природы материи, наполняющей эти пространства; основание для этого допущения он усматривал в том, что термометр, приведенный в соприкосновение с различными телами в одном и том же помещении, показывает всегда одну и ту же температуру. Здесь перед нами смещение теплоты с температурой. Это было замечено Блэком, который указал на то, что необходимо различать между количеством и интенсивностью теплоты. Последняя есть то, что мы в настоящее время называем температурой. Он цитирует слова Фаренгейта, что равные количества воды различных температур, смешиваясь, дают, правда, среднюю температуру, но для того, чтобы достигнуть того же, если взять ртуть и воду, то первой приходится брать три количества на два количества второй, что соответствует двадцатикратному весу ртути.

Блэк и выражает это, говоря, что теплоемкость ртути значительно меньше теплоемкости воды.

Еще раньше, в 1757 году, Блэк произвел эксперименты, которые привели его к таким воззрениям. Он заметил, что когда лед, или какое-нибудь другое твердое вещество переходит в жидкое состояние, то поглощается гораздо больше теплоты, чем это можно констатировать на нем при помощи термометра. Вещества поглощают значительное количество теплоты, не становясь, однако, заметно теплее. И наоборот, если жидкость отвердевает, то из нее выделяется значительное количество теплоты, которая то же не могла быть констатирована раньше при помощи термометра.

Тогда он приступил к определению количества теплоты, поглощаемой определенным количеством льда при плавлении. В большом пустом пространстве, где температура оставалась достаточно постоянной, он повесил в 18 дюймах друг от друга две колбы; в одной он поместил пять унций льда температуры 31° по Ф., а в другой — воду температуры 33° по Ф. Во вторую он поместил также точный термометр. Температура помещения была 47° по Ф. Через полчаса температура воды поднялась до 40° по Ф., а лед весь расплавился через $10\frac{1}{2}$ часов. Итак, для того, чтобы расплавился лед, потребовалось в 21 раз больше времени, чем для того, чтобы вода нагрелась на $40 - 33 = 7^{\circ}$, что составляет $7 \times 21 = 147$ единиц. Пять унций воды тем же количеством теплоты нагрелись бы на 147° по Ф. Но по истечении $10\frac{1}{2}$ часов температура ледяной воды была только на 8° выше точки таяния, так что $139 - 140^{\circ}$ градусов, «были поглощены тающим льдом и скрыты в воде, в которую этот лед превратился».

Затем форма опыта была изменена. Блэк взвесил кусок льда и опустил его в воду определенного веса и известной температуры. Теплая вода стала гораздо более холодной, чем в том случае, если бы к ней прибавили равное количество воды 32° Ф. В этом втором опыте количество теплоты, необходимой для таяния льда, оказалось равным количеству, которое необходимо, чтобы нагреть равное количество воды на 143° Ф.

Затем был произведен третий опыт, из которого явствовало, что если поместить кусок льда в воду равного веса и температуры 176° Ф., то он расплавляется и вся смесь принимает температуру 32° Ф. Ясно, следовательно, что для того чтобы растаял лед, потребовалось $176 - 32 = 144$ градуса—результат, вполне совпадающий с предыдущим. Таким образом, скрытая теплота воды составляет в единицах Ф. около 142 или 143. Самые точные современные измерения дают 79,5 единиц Ц., соответствующих 143 единицам скалы Фаренгейта. Как ни странно, эта основная величина не установлена до сих пор с привычной для нас точностью и цифры тут колеблются до $\frac{1}{700}$. Определение Блэка замечательно хорошо, если принять в соображение те грубые средства для измерения, которыми он вынужден был тогда пользоваться.

Содержание этих исследований было сообщено философскому клубу или обществу профессоров и других членов университета в Глазго в 1762 году и в ближайшем же году излагалось на лекциях студентам. Блэк предложил Ирвину, своему ученику и будущему преемнику на кафедре в Глазго, определить скрытую теплоту спермачета и пчелиного воска, и тот нашел, что и эти вещества при плавлении поглощают теплоту, не отмечаемую термометром. Когда же он захотел распространить это положение на область, лежащую далее отношений, существующих между твердым и жидким, он впал в заблуждение. Так, он полагал, например, что значительное повышение температуры при ковке железа, когда ловкий кузнец может добиться даже накаления железа до красна, следует сводить к «развитию скрытой теплоты, благодаря ударам молота». Он не понял того, что теплота создается механической работой и что работа может быть превращена в теплоту. Это открытие было сделано лишь 80 слишком лет спустя Майером и Джоулем, хотя его и предвидели еще в начале XIX столетия Румфорд и Дэви.

Подобные же опыты Блэк произвел для определения

скрытой теплоты пара. Он сравнивал здесь время, необходимое определенному количеству воды, чтобы нагреться до определенной температуры под влиянием постоянного источника теплоты, с временем, необходимым ей, чтобы превратиться в пары. Определение его—что для превращения одной части воды в пары необходимо 830 единиц тепла—не оказалось точным, ибо в действительности для этого нужно 967 единиц скалы Фаренгейта. Блэк приводит опыты Бойля, Робисона, его преемника на кафедре в Глазговском университете и предшественника своего Кэлэна, которые получали понижение точки кипения с уменьшением давления; он правильно приписывает это более свободному удалению паров, как и поглощению теплоты парами, вследствие чего жидкость, из которой выделяются пары, более охлаждается.

Этими воззрениями Блэка друг его, Джеймс Уатт, воспользовался для конструкции конденсатора, который, как известно, произвел целую революцию в постройке паровых машин и тем самым во всей нашей промышленной и социальной жизни. Воззрения эти были затем развиты далее многими учеными и среди них такими великими учеными, как Джоуль, Клерк Максвелль, Раякин, Джеймс Томсон, лорд Кельвин, Клаузиус со стороны физической и американец Вилльям Гиббс—со стороны химической, так что они в настоящее время образуют истинный фундамент обоих, близко родственных наук, физики и химии.

Великое химическое открытие Блэка—что существует газ, несомненно отличный от атмосферного воздуха, так как он фиксируется щелочами и щелочными землями,—привело к народжению, так называемой, «пневматической химии» и имело своим последствием открытие кислорода Пристлеем, азота Рутерфордом, водорода Кэвендишем и Уаттом, как и новейшие открытия аргона и родственных ему газов, содержащихся в атмосферном воздухе. В действительности все газы атмосферы были открыты шотландцами и англичанами¹⁾.

Далее, Блэк доказал, что как разложение сложного соединения на более простые его составные части, так и образование его из этих частей могут быть прослежены при помощи весов; и это доказательство имело своим послед-

¹⁾ Справедливость требует, однако, сказать, что одновременно с Пристлеем кислород был открыт также шведским ученым Шееле.

ствием все дальнейшее развитие химии. Только в последние годы Беккерель открыл действие урановых руд и соединений на разряжение электроскопа, г-жа Кюри открыла одну из причин этого явления, именно существование нового элемента радия, а Рутерфорд и Содди изолировали развивающиеся из радия и тория газы, и химик получил в электроскопе еще более чувствительный прибор. Мы находимся в начале новой эры. Каждое открытие нового принципа исследования знаменует собой начало новой эры в развитии науки, и сложный характер некоторых, так называемых, элементов выступает в их электрических свойствах почти таким же образом, как разложимость химических соединений была доказана Блэком в 1752 году.

Лорд Кельвин.

16 июня 1896 года в университете в Глазго происходило торжество, почти единственное в своем роде. Праздновали юбилей лорда Кельвина: в течение пятидесяти лет он занимал кафедру физики в этом университете. Принц Уэльский, в настоящее время король Англии, послал ему поздравительное письмо; 28 университетов, 12 колледжей и 51 ученое общество послали делегатов с адресами, в которых превозносили его блестящие работы в области физики и которые полны были пожеланиями здоровья и счастья на много лет. Что же это были за работы и отчего они удостоились столь всеобщих восторгов? Чтобы дать на этот вопрос совершенно полный ответ, мне потребовалось бы гораздо больше места, чем в моем распоряжении имеется; я попытаюсь, поэтому, дать здесь только краткий очерк жизни и деятельности Уильяма Томсона.

Джеймс Томсон, отец Уильяма, был в 1812 году учителем Королевского Академического Института в Бельфасте. Он происходил из одной из шотландских фамилий, эмигрировавших в XVII и XVIII столетиях в Ирландию. Было у него два сына, Джеймс и Уильям; оба они родились в Ирландии и оба они стали знаменитыми учеными. Когда Уильяму было 2 лет, отец его был назначен профессором математики при университете в Глазго. Мой отец был одним из его учеников, и я прекрасно помню его рассказы о добродушии и юморе профессора Томсона.

У него была привычка в начале каждой лекции спрашивать у своих студентов содержание предыдущей, и в классе начинающих он начинал с элементарных вопросов. Однажды он спрашивает одного студента-горца: «что мы понимаем под точкой, г. Tawish?». Ответ был: «ну, пятнышко». При конструкции фигуры он опять спросил: «что мне сейчас нужно сделать, г. Tawish?». «Взять в руки мел». «И потом?» «Провести линию». Профессор Томсон сделал

это и после некоторой паузы спросил: «Как далеко вести линию, г. Tawis?» «Ad infinitum» («до бесконечности»), был неожиданный ответ.

В почтенном возрасте десяти лет Уильям поступил в университет. Воспитание его находилось всецело в руках отца, ибо профессор Томсон был достаточно прозорлив, чтобы заметить, что дети его выдаются из ряда вон. Их обучали древним языкам, математике, логике и философии.

В мае 1907 года, в годовщину основания университетского клуба в Глазго, лорд Кельвин на торжественном по этому поводу обеде изложил свои воззрения по вопросу о воспитании. Он говорил об университете в Глазго и восхвалял всесторонность даваемого им образования. В 12 лет, говорил он, мальчик должен быть настолько знаком уже со своим родным языком, чтобы пользоваться им правильно и с известной свободой; он должен читать по-французски, уметь переводить латинских и греческих авторов и понимать также немного по-немецки. «Познакомившись таким образом с значением слов, мальчик должен приступить к изучению логики». В своем привлекательном легком стиле он затем перешел к восхвалению преимуществ знакомства с греческим языком. «Я никогда не замечал, чтоб то небольшое из греческого, чему я учился, мешало мне приобретать те или другие познания в физике». Можно с уверенностью сказать, что он этого не замечал. Но он мог бы здесь прибавить, что грубое заблуждение, без сомнения, считать неоспоримым законом, что молодой человек не должен посещать колледжа, пока не достигнет возраста 15 или 16 лет. Ибо Уильям Томсон получил высшие награды по математике и физике, когда он был еще моложе этого. Можно, конечно, возразить, что его ранняя зрелость была чем-то совершенно необычайным, и оно, без сомнения, так и было. Но именно такие юноши, которые столь своеобразны и столь отличаются от своих сверстников, становятся особенно полезными для своего народа, и перед необычайным талантом должна быть открыта всякая возможность развития.

Уильям Томсон провел в университете в Глазго 6 лет, но никакой ученой степени там не получил. В те годы стремления студентов были направлены не к получению титула, а к приобретению познаний. Ему не было еще 17 лет, когда он отправился в Кембридж, где он провел четыре года. Там система экзаменов господствовала абсолютно и к досаде своих учителей Уильям Томсон не стал «senior Wrangler», т. е. не получил отличия лучшего математика своего курса. Успех на этом экзамене зависит, как известно

главным образом от умения скоро писать и точной памяти и гораздо меньше от самостоятельности мышления. Томсон же не получил этого отличия потому, что на один из вопросов—об охлаждении нагретого шара—совсем не дал ответа. После экзамена один из экзаменаторов спросил его: мистер Томсон, почему вы не ответили на этот вопрос? Мистер Томкинсон решил его вполне правильно». Да, ответил Томсон, после того, как я отослал эту работу в журнал Cambridge Mathematical Journal я действительно успел позабыть, как ее начать». Впрочем, учителя его знали, с каким гением они имеют дело. В тот год, когда Томсон давал экзамены, экзаменатором был Роберт Эллис и «модератором» (председателем испытательной комиссии) Гарвей Гудвин и последний рассказывает: «я помню, как Эллис сказал мне с улыбкой: мы оба понимаем приблизительно столько, что можем ему перья чинить»¹⁾.

При всем том Томсон получил Смитовскую премию, которая выдавалась скорее за творческую деятельность, чем за память. В том же году он получил звание «fellow» своего колледжа; это доставило ему доход в 200 фунтов стерлингов (около 2000 рублей), что дало ему возможность продолжать свои занятия во Франции.

В Кембридже Томсон вовсе не занимался исключительно науками; он обнаруживал очень живой интерес к музыке и был председателем музыкального общества; получил он также приз на гребных гонках. В то время развитие науки в Кембридже задерживалось доками, наложенным Ньютоном. За жизнью всякого великого человека следует обыкновенно период застоя—явление печальное, хотя, может быть, и неизбежное. Так оно было со схоластиками, навязывавшими в течение многих столетий философию Аристотеля; в Кембридже в 1845 году развитие науки сковывалось мыслями Ньютона, развитыми около полутора лет тому назад. Дух их может быть охарактеризован словами Тимея из диалога Платона: «Если мы хотим заниматься астрономией, то нам не зачем интересоваться небесными телами». Совет Бэкона—идти путем опыта и индукции—был забыт. Нет, конечно, надобности доказывать, что с тех пор упрек этот потерял свою силу, благодаря работам Клерка Максвелля, Stokes'a, Рэлея, Дж. Томсона. В сороковых годах в Париже работали

¹⁾ Эпизод этот изложен не совсем так, как в английском оригинале, но на основании письменных сообщений Рамсея, обязанного этим более точным описанием любезности Sidney Lupton'a.

Фурье, Френель, Ампер, Араго, Био, Реньо, все физики и математики первого ранга, и Томсон провел год в лаборатории Реньо, где с величайшей точностью производились в то время опыты для изучения свойств жидкостей, их плотности, давления, удельной теплоты и т. д. В следующем, 1846 году, освободилась кафедра физики в Глазго, и тогдашний сенат предложил королеве Виктории назначить на эту кафедру Уильяма Томсона, в то время юношу 22 лет. Никогда еще результаты выбора не оправдали в столь блестящей мере связанные с ним ожидания. Ибо своим учением и примером Томсон воспитал много студентов, сделавших честь своему старому университету. Да и он сам произвел в погребках, служивших ему лабораторией и почти непосредственно примыкавших к помещению, в котором Уатт изобрел свою машину, почти все свои многочисленные и важные исследования.

Томсон не был, что называется, хорошим оратором: он слишком легко уклонялся в сторону. Вряд ли человек, ум которого настолько выше среднего уровня, настолько быстрее работает, чем ум среднего человека, может быть хорошим учителем. Что касается лично меня, то я получил от него гораздо больше, когда я слушал его во второй раз. Но Томсон никогда не давал острым интересам у своих слушателей; при его умении излагать свои мысли и силе его речи это было совершенно невозможно. Однажды он читал о парах сил и излагал, как должны быть приложены силы, чтобы составить пару. Для иллюстрации он воспользовался устройством с двумя рожками газового освещения. Это привело к рассуждениям о жалких свойствах светительного газа в Глазго, как и о том, какие здесь возможны улучшения. Затем он вернулся к своей теме, схватился за дверь и стал двигать ею взад и вперед, вследствие чего мысль его перескочила на различие между дверьми шотландскими и английскими. Мы никогда уже не забыли, что такое пара сил, но понятие о ней могло быть, пожалуй, определено немного более непосредственно. У него были вполне определенные взгляды на «абсурдную, отнимающую много времени, смешную, отвратительную систему английских мер и весов». Несмотря, однако, на все старания «Decimal Association», мы, подобно американцам и русским, не можем в этом вопросе отказаться от иррационального консерватизма.

Декартовский метод определения места какой-нибудь точки был неизгладимо запечатлен в нашей памяти при помощи следующей истории. Один студент, сидевший приблизительно посередине аудитории, производил тот сто...

беспокойный для лектора и трудно локализуемый звук, который получается, если слабо шаркать ногами. «Г-н Макфарлан», вскричал сэр Уильям. Тот явился, получил на ухо приказание, оставил аудиторию и через десять минут вернулся с сантиметром. Измерив определенное расстояние вдоль одной стены и отметив это место карандашом, он оттуда измерил другое расстояние, перпендикулярное этому месту, сделал на полу знак мелом и поставил здесь палку. «Г-н Смит, это вы раньше шумели. Оставьте аудиторию», сказал сэр Уильям. Г-н Смит покраснел и вышел. Затем явилось объяснение. Г-н Макфарлан отправился под деревянный помост, поддерживавший поднимавшиеся вверх ряды скамеек, и, точно установив, где производился шум, он измерил расстояние этого места от обеих стен. Затем эти измерения были повторены на глазах у студентов и преимущества декартовой системы координат были продемонстрированы экспериментально, а вместе с тем были удовлетворены требования справедливости.

Вследствие одного несчастного случая сэр Уильям был хром, но сохранил, однако, свою подвижность. Когда он читал о скорости равномерного движения, он с равномерной скоростью бегал, насколько хромота позволяла ему, взад и вперед около своего стола для экспериментов. Когда он замедлял и ускорял свои шаги, чтобы дать нам понятие об ускорении, вся аудитория обыкновенно разражалась аплодисментами.

В лаборатории сэр Уильям был учителем, очень сильно будящим мысль, но методы его весьма отличаются от тех, которые с тех пор были введены в физических лабораториях. Первая моя задача, отнявшая у меня целую неделю времени, заключалась, насколько я помню, в том, чтобы выравнять все стиги в связке медных проволок. Когда я это выполнил с некоторым успехом, меня посадили перед квадрантным электрометром и заставили изучить его конструкцию и способ пользования им. Я должен был определять разности потенциалов всевозможных вещей, заряженных и незаряженных электричеством. Так, мне пришлось определить разность потенциалов между внутренней и внешней стороной детского воздушного шара, с обеих сторон натертого графитом и наполненного водородом. Профессор не всегда бывал достаточно предусмотрительным. Однажды мне приходилось вращать рукоятку большой электрической машины в то время, как он держал в руках большую лейденскую банку и заряжал ее снаружи. Когда банка была совсем уже заряжена, одному из нас пришло в голову, что

эта лейденская банка ничем неприятным ему не грозит, покуда он держит ее в руке, но как только он поставит ее на стол, он сейчас же получит очень сильный удар. После быстрого обсуждения двое из нас крепко схватились за концы полотенца, а сэр Уильям опустил посредине его банку, и тогда было безопасно прикоснуться к наружной стороне банки. Одним словом, систематического преподавания было мало, но студентам сразу указывалась то тут, то там, неизвестная область, в которой можно сделать множество открытий; студенты при этом чувствовали, что и они могут помочь проникнуть в эти глубины знания. Нельзя сказать, чтоб эта система не имела недостатков. Преподавание систематическое имеет свои, весьма крупные, достоинства. Но и та система не лишена многих преимуществ. С одной стороны, слишком продолжительный курс опытов о вещах хорошо знакомых, представляющий в настоящее время при преподавании физики явление вполне обычное, почти не знающее исключений, слишком легко вызывает у ученика представление, будто изучение физики сводится к ознакомлению с аппаратами для того, чтобы производить с ними измерения вещей, давно уже измеренных. С другой стороны, слишком ранняя попытка проникнуть в неизвестное, влечет за собой опасность неудачи этой попытки, за отсутствием необходимой сноровки и вследствие незнания с тем, что уже сделано. Лучший метод преподавания тот, когда ученик есть орудие в руках человека плодотворного ума, знающего, что ему нужно открыть, знакомого со всеми до него произведенными опытами и постепенно приучающего своего сотрудника в такой же мере работать умом, как он работает механически, осуществляя мысли другого. Если заставлять студента одновременно с работой в лаборатории прочитывать не только то, что относится к разрабатываемой в данный момент проблеме, но и обо всем, что так или иначе касается его предмета, то для студентов даровитых нет ничего лучшего, как такое преподавание, столь будащее мысль.

Людей, незнакомых хотя бы немного с данной областью, чрезвычайно трудно познакомить с содержанием работ лорда Кельвина. Начну это ознакомление словами Гельмгольца, покойного профессора физики при берлинском университете и старого, близкого друга лорда Кельвина. «Особая заслуга его заключается в его методе обсуждать проблемы математической физики. Он с величайшей выдержкой работал над освобождением математической теории от гипотетических допущений, не являющихся непосред-

отвеченным выражением наблюденных фактов. Этим он очень много сделал для устранения неестественной пропасти между экспериментальной и математической физикой и для превращения последней в точное и чистое выражение законов явлений. Он выдающийся математик, но умение выражать какое-нибудь физическое явление в математическом уравнении и, наоборот, из уравнения вычитать физическое явление, встречается гораздо реже, чем умение находить решение данной математической проблемы, и в этом направлении сер Уильям Томсон представляется нам умом, чрезвычайно выдающимся и оригинальным». Когда лорд Кельвин приступил к своим исследованиям, эквивалентность теплоты и работы не была еще известна; силы делились на консервативные и неконсервативные и мир был наполнен тонкими жидкостями и истечениями; представлялось, повидимому, делом совершенно безнадежным найти какое-нибудь общее объяснение материальных явлений. Свет, теплота, электричество, магнетизм, химическое действие — все рассматривались, как различные «силы», в каждом из них видели причину изменений. Томсон вместе со своим сотрудником, Тэтом, покойным профессором физики при университете в Единбурге, в составленном ими обоими Учебнике теоретической физики (переведенном на немецкий язык Гельмгольцем и Вертгеймом) очень много содействовали утверждению того взгляда, что физика имеет дело не с теориями, а с вещами, с реальными отношениями, а не с математическими уравнениями, представляющими только выражение этих отношений. Они старались освободить науку из тисков формальной математики, и их старания увенчались успехом. Они доказали, что принцип «наименьшего действия» имеет всеобщее значение, что с его помощью в такой же мере возможно объяснить движения планет и их спутников, как движения колес, токарного станка, машин всякого рода, что он применим, одним словом, ко всякой системе, движущиеся части которой и действующие в ней силы могут быть определены.

В 1893 году лорд Кельвин прочел в Королевском Институте свой доклад об изопериметрических проблемах, в котором он пытался изложить сущность той общей задачи, которая носит название определения минимума. Он начал с задачи, которую поставила себе в древности Дидона, пожелавшая одной воловьей шкурой охватить возможно больше ценной земли, т. е. окружить эту землю не извилистой, а кратчайшей линией. Совершенно сходна с этим задача — по холмистой стране проложить железнодорожный

путь с наименьшими затратами. И чрезвычайная способность лорда Кельвина открывать связующее звено между вещами, как будто совершенно несвязанными, обнаружилась и здесь: он показал, что рядом с огромным множеством сходных задач к этой же группе принадлежит задача: найти условия устойчивости водяной массы, вращающейся в эллипсоидальном сосуде. Не менее значительны работы лорда Кельвина по изучению явлений упругости. В большом учебнике по этому предмету Карла Пирсона не менее ста страниц отведено этим работам.

Далее, лорд Кельвин был творцом теорий о последних частицах материи, атомах. Он рассматривал их, как вихревые кольца в эфире; а последний рассматривал, как свободную от трения жидкость, проникающую повсюду, не исключая промежутков между атомами. Вихревые кольца в воздухе, пускаемые при курении табаку, упруги; невозможно их разрезать, не уничтожив их совершенно. В лишенной трения жидкости, движение их, раз вызванное, продолжалось бы вечно. Новейшие открытия, может быть, внесут кое-какие изменения в это воззрение на природу материи, но в пользу ее говорит многое.

Кельвин был энергичным защитником работ Джоуля об эквивалентности теплоты и работы. До 1850 года некоторые ученые принимали, что теплота, освобождающаяся при сжатии какого-нибудь газа, есть просто теплород, который выжимается из пор газа, как вода выжимается из губки. Кельвин же учил, что теплота обязана своим происхождением ударам, вызванным движениями молекул газа, и что когда газ сжимается, то число этих ударов о стенки сосуда возрастает, вследствие чего произведенная при этом работа является, как теплота. Следуя этому ходу идей, было необходимо создать абсолютную шкалу температуры, и мы и ею обязаны лорду Кельвину. В основе ее лежит общеизвестный второй основной принцип механической теории теплоты, что теплота не может быть переведена с более холодного на более теплое тело без затраты работы. Эти идеи навели его на вопрос о вероятном возрасте нашей планеты. На основании оценки первоначальной ее температуры и вычислений того количества теплоты, которое она теряет с тех пор излучением, он пришел к тому выводу, что земля, вероятно, стала обитаемой двадцать миллионов лет тому назад, но что она не могла быть обитаемой четыреста миллионов лет тому назад.

И в области электромагнетизма мы очень многим обязаны лорду Кельвину. Среду, допущение о которой вы-

ставил Фарадей, он развил в вспомогательное средство для изображения электромагнитных сил при помощи аналогии с напряжением в просверленном упругом твердом теле. Таким же образом он развил впоследствии отношение между энергией и электромагнетизмом, набросал современную нашу систему электрических единиц (вольт, ампер, фарад, кулон и т. д.) и конструировал аппараты для измерения их величин. Если возможно измерять то, что он внес в практическую сторону науки, по степени важности, то эта работа его имеет наиболее важное значение. Без этих единиц для измерения, теория электричества была бы столь же беспомощна, как торговля без денег и без мер и весов. Его работа лежит в основе учения о беспроводном телеграфе и многочисленных других применений электрического тока. Он показал миру, как можно посылать быстро по кабелю различные знаки, и таким образом проложил путь развитию кабельного телеграфа. В первые годы развития этой отрасли телеграфного дела пытались достичь скорой передачи знаков при помощи сильных токов. Кельвин же доказал, что, напротив, именно слабые токи вместе с чувствительными инструментами устраняют затруднения. Его «Siphon recorder» (сифонный отметчик) и теперь еще в употреблении и вряд ли будет когда-нибудь заменен чем-нибудь еще лучшим. Великая социальная и промышленная революция датирует от августа месяца 1858 года, когда по дну океана пролетело известие: «Европа и Америка связаны электрическим телеграфом. Хвала Богу на небе, и да будет мир на земле и в человеках благоволение». Эта революция очень многим обязана Уильяму Томсону, ибо он никогда не поколебался в своем убеждении, что все затруднения могут быть преодолены. Его пребывание на корабле, с которого был положен первый атлантический кабель, направило его интерес к проблемам моря; он изобрел прибор для измерения морских глубин и компас, поддающийся легко исправлению от магнитных отклонений, обусловленных присутствием железа и стали, без которых не может быть построен корабль.

Как ни велики были собственные открытия и изобретения лорда Кельвина, и их мало для оценки всего великого его значения; и как пример для других, он был неопеним. Его добросовестное и безыскусственное стремление к истине, его интерес к работам других и его симпатии к их усилиям, его справедливость и свобода от предубеждений, его прямой и любящий характер высоко подняли идеалы всего научного мира и оказали глубочайшее влияние на

лучшие умы человечества. «Благоволение, доброта, дружба, участие, поощрение к дальнейшей работе» — вот что он считал «сокровищем, все значение которого никакими словами выразить невозможно». Людям этого рода мир навсегда останется обязанным благодарностью и никакая почесть для них не слишком высока. Приятно констатировать, что духовная энергия лорда Кельвина не сломилась и под бременем его более 80 летнего возраста. В августе 1907 года он явился еще на собрание британского общества для содействия развитию наук в Лейстере и принимал участие в прениях о природе атома. У большинства людей ум вместе со старостью становится мало упругим, как тело, и не способен воспринимать новые впечатления; лорд же Кельвин сохранил до последних дней своей жизни энергию и упругость молодого человека. Мы должны почтить за счастье, что он сохранился для нас столь долго, чтобы обогащать мир своей мудростью и своим неподражаемым примером.

Пьер Эжен Марседен Бертело.

(1827—1907).

Марседен Бертело был родом из Парижа. Родился он 25-го октября 1827 года в квартире с окнами на улицу Rue de Mouton, прилегающую к Гревской площади, которая деятельностью барона Гаусмана была превращена в площадь Ратуши. Отец его, врач, принадлежал к секте янсенистов, небольшой ветви, католической церкви. Он был человек серьезный, его возмущала глупость его сограждан и он относился с живым сочувствием к страданиям и бедствиям своих пациентов. «Церковь веры» имела собственную свою литургию и община собиралась для совместного пения песен и псалмов. Среди священников было много пациентов д-ра Бертело и молодой Бертело мог часто слышать рассуждения о замене галиканской литургии римской—замене, в конце концов и приведенной в исполнение. Д-р Бертело женился в 1826 году, вскоре после того, как он занялся врачебной практикой. Жена его была живой и остроумной женщиной и эти свои свойства она передала сыну.

Королем Франции был тогда Карл X. Союзные монархи превратили Францию в «gouvernement de curés» (царство аббатов), и стало государственным делом устраивать процессии со святыми дарами, несомыми папским нунцием, кардиналом в красной мантии, во главе. Процессия направлялась из Тюльери до собора Notre-Dame и обратно и в ней принимали участие король, королева и дофин (который, как утверждала мать Бертело, видел все, что происходило за его спиной, не поворачивая головы), как и весь двор. Зрители должны были встречать процессию коленопреклоненные, под угрозой наказания за святотатство; кто этого не делал, привлекался к суду и подвергался тяжелому наказанию.

Такая пародия на религию не была по вкусу д-ра Бертело. Буржуазия была либеральной и клялась Вольтером.

а семья Бертело принадлежала к буржуазии. Во время революции 1830 и 1848 г.г. можно было с их дома наблюдать главнейшие сцены и события этого времени и молодой Бертело был, вероятно, очевидцем многих беспорядков и насилий. Так как он был мальчиком, духовно весьма развитым и очень впечатлительным, то события его юности оказали, надо думать, значительное влияние на его убеждение в зрелом возрасте.

Марселен не только был похож по внешности на свою мать; они были связаны также узами самой нежной симпатии. Любимой их прогулкой было в Епископском саду, позади собора Notre-Dame, вдоль берега реки и в Jardin des Plantes. У обоих был быстро соображающий и многогранный ум; они очень живо всем интересовались и, как говорила г-жа Бертело (заимствуя эту картину из одного из вражеских вторжений, которые ей пришлось пережить самой), они оба могли бы «управлять русской тройкой, несущейся во весь опор». Я был знаком с Бертело лишь в последние годы его жизни, познакомившись с ним в 1878 году, и мне не случалось еще видеть человека, который обнаруживал бы такую быстроту мысли. Стоило подать ему какую-нибудь мысль, чтобы он своим быстрым и обобщающим умом сейчас же проследил все возможные из нее выводы и побочные идеи, усмотрел логичность того или другого допущения, вставляя иногда то или другое замечание, не юмористическое, а «fine plaisanterie». Он был восхитительным собеседником, заинтересованным и страшно интересным. Он был готов беседовать на любую тему и столь же охотно выслушивал всевозможные взгляды, не исключая и тех, которые были прямо противоположны его собственным.

Выдержку, силу характера и чувство долга он унаследовал от отца. Бертело часто выражал сожаление по поводу того, что он не унаследовал оптимизма матери. Он рассказывал, что когда с ней случалось несчастье, она имела «crise de larmes» (обливалась слезами), как это называют французы, но это скоро проходило, и к ней возвращалось ее обычное оптимистическое, веселое настроение. Дождь слез сменялся радугой и она бодро подчинялась неизбежному.

После сломки улицы Rue de Mouton семья переехала в Neuilly, — местность, которая в то время была мало еще застроена и лежала совсем за городом. К воскресному обеду часто являлся к ним в гости Ренан. В одном из своих писем последний рассказывает, как он подружился с Бер-

тело. Он только что отказался от духовной карьеры и поступил репетитором в одну школу. Здесь он вел уединенное и тоскливое существование, подавленный внутренней борьбой, с которой он едва справился, вдали от семьи, жившей в Бретани. Однажды, к нему подошел один из его учеников, моложе его года на четыре. Они вступили в оживленную беседу и скоро между ними зародилась дружба, сохранившаяся на всю жизнь. Они часто встречались; с тех пор, как они подружались, не проходило и года, редко больше одного месяца, чтоб они не встречались. Ренан любил подтрунивать над Бертело. Рассказывают, что, однажды, проходя мимо кладбища, Ренан сказал ему: «Вот единственное место, которого ты еще не добивался». Подобного рода выходки встречались однако со смехом, без всякой злобы. В другой раз Бертело заметил Ренану, что его поношенный сюртук похож на подрясник, на что тут же получил в ответ: «Чем это, собственно, объясняется, что ты всегда выглядишь так, будто ты только что явился с боя на баррикаде?» Бертело оставался стройным, между тем как Ренан все толстел. Нервный и подвижный, Бертело почти до самой смерти своей сохранил свою лихорадочную страсть к работе; Ренан же был задумчив, почти мечтателен. Бертело выпала на долю горестная обязанность произнести речь при открытии памятника его другу, в Tréguier. Он указал в ней на ясность ума Ренана до самой его смерти, на его любовь к работе, на великую живость его души, слова, которые с полным правом могут быть применены и к нему.

Блестяще окончив курс в лицее Генриха IV, молодой Бертело получил на конкурсе 1846 года почетную премию. Без всякой посторонней помощи он получил все степени, бакалавра, лиценциата и доктора наук (Docteur des Sciences). Для получения последнего звания он сделал работу, которой дал несколько удивительное заглавие: Соединение глицерина с кислотами и искусственное приготовление естественных жиров. В то время, когда он производил эти исследования, он был ассистентом на лекциях у Балара в Collège de France. При содействии, главным образом, Дюрюи, бывшего в то время министром народного просвещения, Бертело была в 1861 году предложена кафедра органической химии в том же учреждении; эту кафедру он сохранил за собою в течение всей своей жизни. В том же году он получил от академии наук Жекеровскую премию за свои важные исследования по вопросу об искусственном пригото-

нии органических соединений посредством синтеза и одновременно с этим по предложению той же академии была создана кафедра, которую Бертелло столь долго занимал на славу учреждения. Он сам говорит о себе: „Преданный с первых дней моей сознательной жизни культу чистой истины, я никогда не вмешивался в борьбу практических интересов, которая столь раз'единяет людей. Я жил одиноко в моей лаборатории, окруженной несколькими учениками, моими друзьями“.

Когда он получил упомянутую выше премию, ему было 35 лет от роду. Положение его в Collège de France позволило ему жениться на дочери г. Бреге, выходца из французской Швейцарии, семья которого с середины восемнадцатого столетия прославилась фабрикацией часов. Г. Бреге жил на площади Ратуши, близ набережной Quai des Horloges и обе семьи с давних пор были в дружеских отношениях. Молодая Бреге была заманчивой невестой с значительным приданым и красотой, которую она сохранила до конца своей жизни. Она была приветлива, с ласковым взором и здоровым цветом лица, который еще ярче оттенялся к старости, когда в волосах засеребрилась седина. В церкви Saint Etienne находится изображение Святой Елены, списанное с г-жи Бертелло до ее замужества. Первое знакомство молодой пары носило несколько романтический характер. Бедняку Бертелло девица Бреге, без сомнения, казалась совершенно недоступной, да и внимание его было отвлечено тогда совсем в другую сторону. Но однажды девица Бреге шла по Pont Neuf, длиннейшему мосту в Париже. Навстречу дул сильнейший ветер. Была она в прелестной флорентийской соломенной шляпе, бывшей тогда в моде. Позади нее шествовал ее будущий супруг. Вдруг она повернулась, чтобы ветер не сорвал шляпы с ее головы, и попала в его объятия. Если это и не было любовью с первого взгляда, то эта была любовь с первого прикосновения. Их семейная жизнь была очень счастливой. До самой смерти, можно сказать, они были влюблены друг в друга. Один из их сыновей писал: „Мои отец и мать молились друг на друга; никогда малейшая тень не застилала их счастья. С первого же дня они понимали друг друга. Они были как бы создания для того, чтобы дополнять друг друга. Моя мать всегда отступала в тень перед своим супругом, хотя она и была весьма образована и интеллигентна, и довольствовалась тем, что делала его совершенно счастливым. Ей казалось, что это единственный путь участвовать в его работе“. Другой интимный друг их писал: «Г. и г-жа Бертелло

нежно любили друг друга; оба они были избранные натуры, и он в ней всегда находил и ободрение и поддержку. Не было человека, посещавшего их дом, кто не заметил бы этой полной взаимной любви; более счастливой семьи быть не может. Хотя г-жа Бертелло и не была особенно говорлива, каждый из гостей ее чувствовал себя прекрасно, благодаря ее замечательному такту, веселому характеру и симпатичному лицу. Беседа за столом велась совершенно непринужденная и хозяин дома принимал в ней участие рядом оригинальных и парадоксальных замечаний. Обед у Бертелло в его старой квартире во дворце Мазарини, где с давних пор помещается академия, забывался не скоро. Сострадательная Бертелло всю поношенную одежду семьи отправляла сначала в чистку, затем она тщательно чинилась и только после того раздавалась бедным знакомым.

В 1881 году Бертелло был назначен пожизненным сенатором и почел своею обязанностью принять участие в управлении страной. Спомощью своей супруги он сумел справиться с обоими своими обязанностями. В сенате Бертелло сидел обыкновенно глубоко в своем кресле, подперев голову и закрыв глаза, ничего как будто бы не замечая. Но ничего значительного не ускользало от его внимания. Он принимал живое и деятельное участие в различных комиссиях, занимавшихся вопросами воспитания. Будучи министром народного просвещения в министерстве Гобля в 1866 году, он очень ревностно занялся реформой методов воспитания, чем приобрел широкую популярность. Внесенные им законопроекты касались элементарного, как и высшего преподавания, университетов и технических школ. В последние он мало верил, ожидая от них только развития практических приемов. Позже он был короткое время министром иностранных дел в кабинете Буржуа. Но хлопоты, связанные с парламентским строем, был не по его вкусу. Его с трудом лишь удалось заставить подписать англо-французский договор относительно Сиамы, после чего он немедленно подал в отставку.

Жизненный путь Бертелло рассказать не трудно: он был весь осыпан почестями. В 1863 году он был назначен членом Медицинской Академии; в 1867 году он принял участие в основании школы высших наук (Ecole des Hautes Etudes) и реорганизации научного преподавания. В 1873 году он был избран членом Академии наук, непременным секретарем которой он стал в 1889 году.

В 1900 году он удостоился редкой чести—избрания в число сорока бессмертных французской академии, на месте

Жозефа Бертрапа. Из 28 голосов он получил 19, против девяти незаполненных бюллетеней. Через четыре года, в 1904 году, он произнес свою, требуемую статутами академии речь. Он был членом Conseil supérieur des Beau-Arts, Conseil supérieur de l'instruction publique и в 1886 году он удостоился командорского ордена почетного легиона. Он был членом чуть ли не всех научных обществ мира.

24 ноября 1901 года праздновался юбилей Бертело. Под председательством президента Лубэ было устроено торжество по поводу семьдесят пятого дня его рождения в большом зале Сорбонны. На торжестве присутствовал весь совет министров, посланники всех иностранных государств и делегаты университетов и научных обществ всего мира. Г-жа Бертело заняла особое место со своими детьми и внуками, вся сияя от нескрываемой радости. Предложение правительства прибыть на торжество в карете президента под военным эскортом Бертело отклонил. Он отправился пешком в Сорбонну с набережной Вольтера, закутанный в плащ, чтобы скрыть ленту почетного легиона, и низко нагнув голову на глаза, чтобы не быть узнанным. Президент республики обнял его и затем началось подношение адресов, причем каждый делегат приносил поздравление от учреждения, пославшего его. Торжество это было национальным праздником. Так французский народ чествовал одного из патриархов своей науки.

18 марта 1907 года наступил конец. Г-жа Бертело была больна уже около трех месяцев; завелась у нее болезнь сердца, которая при ее возрасте в 70 слишком лет не могла не быть опасной. Когда она слегла, Бертело каждую ночь дежурил у ее постели в большом кресле, оставляя ее только тогда, когда она засыпала. Страдал он той же болезнью и вследствие отсутствия покоя положение его становилось все хуже и хуже. Семья как то утром заметила его лихорадочный вид, но он объяснил его тем, что он много работал над одной статьей. В страстное воскресенье наступило легкое улучшение и Бертело провел все время после обеда в своей лаборатории в Медоне. Но ночью г-жа Бертело потеряла уже сознание и супруг ее не отходил от ее постели до четырех часов дня в понедельник, когда наступил конец. Бертело вдруг поднялся со своего кресла, взмахнул руками, вскрикнул и упал мертвым. Они умерли вместе, как они и жили.

Мне остается еще сделать обзор научных работ Бертело. О Жеккеровской премии я упомянул уже; он получил ее за свои работы по синтезу углеродистых соединений. Он

чал их в 1851 году с исследования влияния красновалильного жара на алкоголь, уксусную кислоту, нафталин и бензол: в результате этого исследования он вновь открыл ацетилен, который в первые был получен Эдмондом Дэви, братом Гемфри Дэви. В 1856 году ему удалось получить синтез метана действием меди на смесь сероводорода с углеродом. В 1862 году он получил этилен и ацетилен нагреванием болотного газа. Его конденсация ацетилена в бензол впервые установила связь между жирным и ароматическим рядом. Его непосредственный синтез ацетилена в 1862 году из углерода и водорода, образование алкоголя посредством гидролиза кислого сернокислого этила, полученного в свою очередь из этилена и серой кислоты, как и его синтез диатомического водорода в 1868 году—все эти работы указали путь для получения бесчисленного множества углеродистых соединений непосредственно из элементов.

Много света внес также Бертелло в изучение спиртов. В 1857 году он получил метиловый спирт из болотного газа хлорированием и гидролизом; в 1858 году он установил в холестерине, трехаэозе, мекоине и камфоре свойства спиртов; в 1863 году он сюда же присоединил тимол, фенол и крезол и ввел распознавание спиртов ацетилированием.

Занимаясь изучением эфиров, он еще в 1853 году обратил свое внимание на соединения глицерина. В том же году ему удалось получить синтез некоторых животных жиров, при чем он доказал аналогию их с эфирами, а другие эфиры глицерина он получил действием кислот. Но действием иодоводорода он получил два вещества другого типа, именно, иодистый изопропил и иодистый аллил; из последнего он впервые получил искусственное горчичное масло. Сходство сахаров с глицерином навело его на мысль о воздействии кислот на сахара и он получил много их эфиров. В 1857 и 1858 гг. был изучен процесс брожения маннита и других многоатомных спиртов, как и процесс превращения маннита и глицерина в настоящие сахара. Были исследованы при помощи винной кислоты эфиры пинита и других веществ, а в 1858 году были открыты трехаэоза и мелицитоза. В 1859 году Бертелло заявил, что действие дрожжей представляет собой не жизненный, а химический процесс; к изучению процесса брожения он возвращался потом неоднократно.

Эти и подобные им исследования навели его на мысль исследовать сообща с Pean de St. Gilles течение этих процессов во времени. Эти опыты, начатые в 1851 году вылились в очень большую работу о химическом равновесии

и «сродстве веществ». В 1869 году он производил опыты, чтобы исследовать, нельзя ли давлением задержать действие соляной кислоты на цинк, но это ему не удалось. В том же году он исследовал равновесие между углеродом и водородом, подвергая ацетилен под давлением действию электрической искры. В том же году он установил законы, по которым вещество распределяется между двумя растворителями, между собой не смешивающимися, и исследовал состояние равновесия в растворах. В том же году начались его обширные работы в области термохимии. В 1875 году он вернулся к проблеме химического равновесия, подвергнув исследованию законы распределения кислоты между несколькими основаниями в растворе.

Между синтезами его мы находим синтез муравьиной кислоты из окиси углерода и едких щелочей, синтез щавелевой кислоты окислением ацетилена, синтез уксуснокислых солей — медленным окислением ацетилена в соприкосновении с воздухом и едким кали при рассеянном солнечном свете.

В 1857 году он изучал соединения не насыщенных углеводородов с галогидными кислотами, как и восстановление полученных соединений опять в углеводороды. Из этилена и иодоводорода он получил в 1860 году синтезом иодистый этил. В 1867 году он ввел применение концентрированного раствора иодоводорода в качестве общего восстановителя при высоких температурах.

Многочисленные и важные исследования его над ацетиленистыми соединениями серебра и меди обратили, вероятно, внимание Бертелло на взрывчатые вещества и он работал над изучением их с 1862 до 1866 года. В том же году он развил теорию, по которой минеральные углеводороды могли возникнуть действием углекислоты и воды на ацетилиды щелочных металлов, при чем образовавшийся сначала ацетилен мог превратиться под действием высокой температуры в другие углеводороды. Его исследования ацетиленистых соединений нашли в 1870 году продолжение в работах над взрывчатой силой пороха, при чем взрывы производились в калориметре.

В 1871 году Бертелло занялся исследованием взрывов в смесях газов и определил теплоту образования нитроглицерина. Эти работы были продолжены в 1874 и 1876 году и в 1877 году были распространены на температуры взрывов и скорость сгорания. В 1878 году были исследованы взрывчатые смеси кали и воздуха, а в 1880 году — гремучая ртуть. В 1882 году была определена скорость волны взрыва

в газах; в 1884 году последовали измерения удельной теплоты газов при высоких температурах. В том же году он изобрел калориметрическую бомбу и в 1892 году приспособил ее к требованиям органического анализа.

Аллотропические видоизменения элементов тоже привлекали внимание Бертелло. В 1857 году он стал изучать различные формы серы; термохимически он исследовал их в 1870 году. В 1869 году он исследовал аллотропные формы углерода и приготовил различные формы окиси графита. Распространил он эти исследования и на серебро и другие металлы.

Далее, Бертелло много работал с «тихим разрядом». Он обратил на это внимание, когда подверг в 1875 году действию этого разряда смеси, содержащих углерод, газов с азотом, и получил соединение азота. Затем он повторил опыты Броди и тоже получил окись C_2O_2 . То же средство дало ему в 1878 г. высшую окись серы S_2O_7 в иглах длиной с сантиметр, а в 1891 году высшую окись азота. Этим же средством он пробовал действовать в 1895 году на аргон, а впоследствии и на гелий.

Очень рано Бертелло стал интересоваться агрономической химией. В своей лаборатории в Медоне он при содействии своего ассистента Андре произвел целый ряд работ, касавшихся главным образом процесса поглощения азота растениями и отношения их к действию на них электрической энергии. Он сохранил интерес к этим опытам до самой своей смерти и надеялся повысить урожай действием электрической силы.

Живя столь интенсивно в настоящем, Бертелло тем не менее обнаруживал величайший интерес и к прошлому. В 1876 году он подверг анализу пробу римского вина, сохранившегося в запечатанной стеклянке. Обнаружил он также множество сообщений о составе античных металлических изделий. Его сочинения: «*Les Origines de l'Alchimie*», «*Collection des Anciens Alchimistes Grecs*», «*Introduction à l'étude de la Chimie des Anciens et du Moyen Age*» основаны на основательном изучении древних манускриптов; на древне-греческом он сам читал свободно, но для арабского языка ему приходилось прибегать к помощи других.

Кроме этих сочинений по алхимии Бертелло обнаружил очень много других еще сочинений. В 1872 году он выпустил учебник органической химии, четвертое издание которого вышло в 1899 году. За ним следовали «*La synthèse chimique*», «*Essai de mécanique chimique*» (1879). В по-

следней книге он проводит принцип максимума работы. От этого учения он впоследствии отказался или очень сильно его видоизменил. Далее, к его сочинениям принадлежат: «*Traité pratique de calorimétrie chimique*», «*Thermochimie*», «*Données et lois numériques*». В последнем сочинении мы находим обобщение его чрезвычайно многочисленных термохимических работ. Эта книга вместе с книгой Юлия Томсона являются основными сочинениями в этой области и каждая из них содержит только собственные работы автора.

По характеру своего ума, Бертелло интересовался не только самими вещами, но и происхождением их и в работах «*Science et philosophie*» и «*Science et Morale*» он рассматривает отношения между наукой и человеческим мышлением. Тот же критический дух его обнаруживается в его «*Histoire des Sciences, La Chimie au moyen age*», где излагается сирийская и арабская алхимия.

Книга «*La Revolution chimique de Lavoisier*» написана очень горячо в защиту последнего. В 1898 году Бертелло обнародовал свою переписку с Ренаном.

Лекции его, читанные им в *College de France*, были напечатаны под следующими заглавиями: «*Leçons sur les méthodes générales de Synthèse en chimie organique*»; «*Leçons sur la Thermochimie*»; «*Leçons sur les principes sucrés*»; «*Leçons sur l'isomérisie*». В своей книге «*Chaleur animale*» он обсуждает применение термохимии к проблеме жизни, а в 1901 году он обнародовал свою работу «*Les Carburés de l'Hydrogène*».

Есть еще один пункт, которого нельзя оставить без упоминания. Упрекали часто Бертелло за то, что он удерживал науку на ложном пути, упрямо сохраняя старые формулы после того, как весь мир от них отказался. Я прекрасно помню одну мою беседу с ним около конца 80-х годов, в которой Бертелло защищал свою точку зрения. Между прочим он сказал, что защитники другого воззрения (т. е. весь химический мир!) представляются ему, как защитники теории флогистона. Ответ напрашивался сам собой, но он не был высказан. У Бертелло нет даже того оправдания, к которому прибег Кавендин: изложив результаты своих опытов в форме новой гипотезы Лавуазье, он изложил ее также в форме флогистоновской теории, заявив, что он предпочитает выражаться в старых привычных формах, вместо новых выражений. Ибо в 1890 году Бертелло был, вероятно, единственным представителем той старой школы. Профессор Гюн, слы-

шавший его лекции в 1890—91 г.г., рассказывает, что он начал семестр, как обыкновенно, со своих обычных обозначений, которых он был единственным защитником (эквиваленты, отнесенные к двум объемам паров) и в середине главы, без всякого предупреждения, к великому изумлению слушателей, перешел к новому обозначению. Таким образом, он первую часть предмета изложил при помощи старого обозначения, а вторую часть при помощи нового, против которого он так долго боролся.

Никто так сильно не чувствует, как я сам, что я не воздал должное этой замечательной личности, и единственным моим извинением может служить уверение, что я постарался сделать все, что мог. Я желал бы дать своим читателям хоть некоторое представление о блестящем уме, живости, силе дарования, таланте и благородном характере великого химика. В чрезвычайно близком к истине портрете Шапплена чудесно воспроизведены его черты и осанка. Он поистине был одним из самых замечательных среди множества замечательных людей, которыми может гордиться Франция. Его прах, как и прах его супруги, покоятся под сводами Пантеона, не разединенные и смертью, как они были соединены при жизни.

Оглавление.

	стр.
Предисловие переводчика	3
Автобиографический очерк	5
Младенческая пора химии	30
Беликие лондонские химики	44
I. Бойль и Кэвендиш	44
II. Дэви и Грегэм	62
Джозеф Блэк, его жизнь и деятельность	82
Лорд Кельвин	99
Пьер Эжен Марселен Бертело	109

„МЕГИЗ“ М 9
ц. 75 к.



- 71 must, 43



2007077472